Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский государственный аграрно-технологический университет
имени академика Д. Н. Прянишникова»

ИНЖЕНЕРНАЯ НАУКА: ПРОБЛЕМЫ, ИДЕИ, ПЕРСПЕКТИВЫ (ENGINEER-2022)

Материалы
Международной научно-технической конференции
(Пермь, 8 апреля 2022 года)

Часть 1

ENGINEERING SCIENCE: PROBLEMS, IDEAS, PROSPECTS (ENGINEER-2022)

Proceedings
of the International Scientific and Technical Conference
(Perm, April 8, 2022)

Part 1

Пермь
ИПЦ «ПрокростЪ»
2022

УДК 62
ББК 30
М 573

Научная редколлегия: А.П. Андреев, канд. ист. наук, и.о. ректора ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет»; А. Г. Баханович, ректор УО «Брестский государственный технический университет», д-р техн. наук, доц.; Э.Ф. Сатаев, канд. с.-х. наук, доцент, и.о. проректора по научно-инновационной работе и международному сотрудничеству ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет»; Е. В. Чабанова, вед. науч. сотрудник НИЧ «Агротехнополис», канд. пед. наук, доц. каф. иностранных языков фак. агротехнологий и лесного хозяйства ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет», канд. пед. наук, доц.; В.А. Халецкий, нач. международного отдела УО «Брестский государственный технический университет»; О.В. Фотина, дир. центра международных связей ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет»; Р.Ф. Шаихов, канд. техн. наук, доцент, зав. каф. технического сервиса и ремонта машин инженерного факультета ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет»; К.Г. Пугин, д-р техн. наук, проф., зав. каф. строительных технологий фак. землеустройства, кадастра и строительных технологий ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет»; Т.В. Попова, канд. пед. наук, доц., зав. каф. иностранных языков фак. агротехнологий и лесного хозяйства ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет»; В.И. Полковникова, канд. с.-х наук, доц., зав. каф. животноводства факультета ветеринарной медицины и зоотехнии ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет»; И.И. Давлетов, канд. экон. наук, доц. каф. менеджмента фак. экономики и информационных технологий ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет».

М 573 **«ИНЖЕНЕРНАЯ НАУКА: ПРОБЛЕМЫ, ИДЕИ, ПЕРСПЕКТИВЫ (ENGINEER-2022)» = ENGINEERING SCIENCE: PROBLEMS, IDEAS, PROSPECTS (ENGINEER-2022)** Международная научно-техническая конференция (8 апреля ; 2022 ; Пермь). Материалы Международной научно-технической конференции «ИНЖЕНЕРНАЯ НАУКА: ПРОБЛЕМЫ, ИДЕИ, ПЕРСПЕКТИВЫ (ENGINEER-2022)», 8 апреля 2022 г. : В 2 ч. Ч 1 / науч. редкол. А.П. Андреев [и др.]. – Пермь : Изд-во ИПЦ «Прокростъ», 2022.– 287 с. – В надзаг.: М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюдж. образ. учреждение высшего образ. «Пермский гос. аграрно-технологич. ун-т им. акад. Д.Н. Прянишникова». – Библиогр. в конце ст. – 25 экз. – ISBN 978-5-94279-562-7, ISBN 978-5-94279- 563-4 – Текст : непосредственный.

Представленные материалы конференции информируют о современных достижениях, актуальных проблемах и перспективных направлениях развития в таких областях, как электротехнические и информационные комплексы и системы; эксплуатация и сервис транспортно-технологических машин и комплексов; агропромышленные технологии; проблемы экономики, логистики и управления; гуманитарные науки в инженерной сфере, отражают научные и практические результаты, анализ и способы формирования единых путей решения производственных проблем инженерной отрасли.

Предназначено для специалистов, а также для студентов старших курсов, аспирантов и преподавателей, ведущих научную и образовательную деятельность в области инженерных наук.

УДК 62
ББК 30

Часть 1. Электротехнические и информационные комплексы и системы; эксплуатация и сервис транспортно-технологических машин и комплексов»; агропромышленные технологии.

Часть 2. Проблемы экономики, логистики и управления; гуманитарные науки в инженерной сфере.

Печатается по решению ученого совета Пермского государственного аграрно-технологического университета имени академика Д.Н. Прянишникова.

Научное издание

ИНЖЕНЕРНАЯ НАУКА: ПРОБЛЕМЫ, ИДЕИ, ПЕРСПЕКТИВЫ (ENGINEER-2022)
Материалы
Международной научно-технической конференции
(Пермь, 8 апреля 2022 года)
Часть 1

Подписано в печать 25.07.22. Формат 60х84 $^{1}/_{8}$.
Усл. печ. л. 35,88. Тираж 25 экз. Заказ № 60
ИПЦ «Прокростъ»
Пермского государственного аграрно-технологического
университета имени академика Д.Н. Прянишникова,
614990, Россия, Пермь, ул. Петропавловская, 23

ISBN 978-5-94279-562-7
ISBN 978-5-94279-563-4

© ИПЦ «Прокростъ», 2022

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ

УДК:629.5.06
Д.Р. Абашев [1], А.Л. Погудин [1,2];
[1]ПФ ФГБОУ ВО «ВГУВТ»,
[2]ФГБОУ ВО «ПНИПУ»
Пермь, Россия

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПАПИЛЬОНИРОВАНИЯ ЛЕБЕДКАМИ ЗЕМСНАРЯДА ПРОЕКТА Р-36

Аннотация. В данной статье представлена тема модернизации электропривода папильонажных лебедок, а именно, система регулирования с помощью частотного преобразователя (ПЧ). Выбран конкретный преобразователь частоты. Рассмотрены старая и новая системы регулирования. Рассмотрены достоинства и недостатки систем управления.

Ключевые слова: модернизация, земснаряд, частота, частотный преобразователь, судно, эргономика, электропривод, папильонажная лебёдка.

Самоходные многочерпаковые земснаряды – суда, главной задачей, которых является поднятие части грунта с речного дна. Многие суда на речном флоте, а именно земснаряды работают на устаревшем оборудовании, которое часто дает сбои и ошибки во время эксплуатации, исходя из этого, их производительность находится на низком уровне. Во время работы земснаряда при разрабатывании грунта, судну периодически необходимо перемещаться, не прибегая к использованию движения через гребные винты, что представляет довольно сложный процесс [1].

Цель работы заключается в улучшении эргономики, экономичного и надежного электропривода оперативных лебедок с использованием современных новшеств. Необходимо получить систему с плавным регулированием моментом и скоростью вращения электродвигателя, с замедлением и торможением элементов установки.

При работе на прорези речного дна, на земснаряде используется папильонажный вид работ лебедками [2].

Разработка грунта папильонажным способом происходит следующим образом:

1. Сначала закладываются якоря: якорь носовой становой лебедки, боковые якоря папильонажных лебедок (2 боковые носовые) и при необходимости якорь лебедки становой кормовой;
2. Рамоподъемной лебедкой опускается черпаковое устройство;
3. Начало рабочих перемещений и разработка грунта.

Во время разработки грунта носовая становая лебедка остается заторможенной. Земснаряд с помощью папильонажных лебедок совершает рабочие перемещения от одной кромки прорези до другой (справа-налево и наоборот). Например, пройдя от левой кромки прорези до правой, земснаряд подтягивается вперед становой носовой лебедкой на необходимое расстояние которое определяет ширину снимаемого грунта вдоль всего рабочего перемещения между правой и левой кромками (см. рис.1).

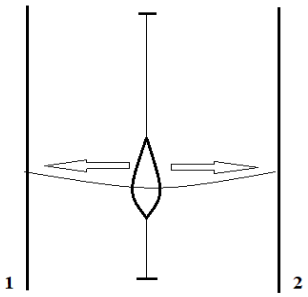


Рисунок 1. Схема перемещений земснаряда при разборке прорезей папильонажным способом:
1 – левая кромка прорези; 2 – правая кромка прорези

Основное назначение оперативных лебедок – это обеспечение рабочих перемещений земснаряда по разрабатываемой прорези согласно технологическому режиму [3].

Технологический режим дноуглубительных работ понимается как, взаимосогласованная работа грунтозаборного устройства с его перемещениями по дну разрабатываемой прорези с помощью папильонажных лебедок.

На самоходном многочерпаковом земснаряде проекта Р-36 используются папильонажные лебедки, со следующими системами двигателя: лебедки работают по системе тиристорный преобразователь - двигатель (ТП-Д).

Таблица 1

Сравнение двух способов управления электроприводом

Компонент	Тиристорный преобразователь	Частотный преобразователь
Цена	Невысокая	Высокая
Масса и габариты	Большая масса и габариты	Маленькая масса и габариты
Управление и механизмы	Сложное	Простое
КПД	Высокий	Высокий
Рекуперация	Генераторное торможение	Двигательная работа и тормозная
Управление мощностью	Заданные значения	Автоматическое регулирование
Удобство в использовании	Большие затраты на время и труд	Небольшие затраты на время и труд
Совместимость с оборудованием	Не настраиваемая	Настраиваемая

Выбор преобразователя частоты и других элементов системы. Для использования метода частотного регулирования двигателем применяют преобразователи, благодаря которым изменяется частота так и амплитуда напряжения. Несмотря на все эти возможные изменения, мы получаем изменение формы выходного

тока, близкого к синусоидальной. Исходя из этого, в таких системах обеспечивается широкий диапазон для регулирования угловой скорости электропривода, при этом уменьшая потери высших гармоник напряжения.

Преобразователь частоты выбираем по мощности подключаемого к нему двигателя. Серия преобразователей частоты (ПЧ) Altivar Process ATV900. Данный ПЧ имеет функцию рекуперации, благодаря этому он экономически эффективен (его эффективность заключается в том, что энергия возвращается в сеть в режиме торможения).

ПЧ Altivar Process ATV900 прост в эксплуатации. Данный ПЧ можно настраивать через специальное программное обеспечение установленное на персональном компьютере (ПК), а так же считывать, устанавливать и сохранять базы дынных различных задач [6]. Преобразователь имеет встроенную электронную защиту от перегрузки по току.

Принимаем векторное управление магнитным потоком. Встроенная система векторного управления потоком позволяет достигать больших крутящих моментов даже при низких скоростях двигателя.

Таблица 2

Преимущества и недостатки векторного управления

Преимущества	Недостатки
− наиболее точная форма регулирования − скорости;	− перед эксплуатацией необходимо задать параметры двигателя ;
− на всем диапазоне частот возможен плавный старт и плавное вращение;	− большие колебания скорости при постоянной нагрузке;
− увеличенный диапазон управления и точность регулирования;	− вычисления и расчеты перед установкой оборудования.
− повышение КПД	
− быстрое реагирование на изменение нагрузки;	
− уменьшение потерь на нагрев и намагничивание	

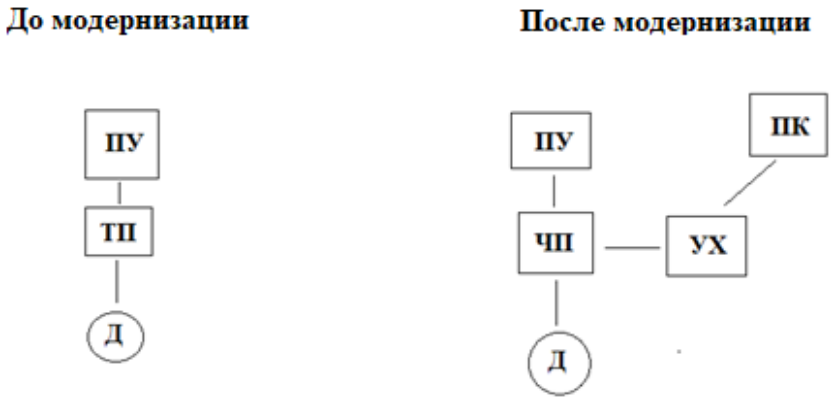


Рисунок 2. Структурная схема управления до модернизации и после:
ПУ - пульт управления, ТП – тиристорный преобразователь, Д – двигатель,
ЧП – частотный преобразователь, УХ – управление характеристиками,
ПК – персональный компьютер.

Таблица 3

Технико-экономические показатели сравниваемых вариантов

Показатели	До модернизации	После модернизации
Наименование объекта	Земснаряд проекта - П36	
Тип электропривода	ТП-Д	ПЧ-АД
Мощность, кВт	32	30
Производительность, м3 /час	750	750
Стоимость земснаряда, руб.	48000000	48418140
Затраты на содержание земснаряда в эксплуатации, руб.	42019426	55375282
Объём вынутого грунта, м3.	1360800	1944000
Себестоимость работ, руб/м3.	30,878	28,485
Фондоемкость, руб/м3	35,273	24,906
Производительность труда, м3/чел.	85050	121500
Срок окупаемости затрат на модернизацию, год	-	0,764
Годовой экономический эффект, руб.	-	923796

Преобразователь частоты Altivar Process ATV900 одобрен Речным регистром. Данная модернизация повысит эффективность работы земснаряда и улучшит эргономику в целом. На основании таблицы 3, видно, что срок окупаемости равен 0,764 года.

Литература

1. Политехнический терминологический толковый словарь. Составление: В. Бутаков, И. Фаградянц. 2014. Дата 01.03.2020
2. Прайс-лист «Электротехнические системы Сибирь».
3. Руководство по программированию Altivar Process ATV900. 662с. 2016г.
4. Справочник по проектированию автоматизированного электропривода: Под редакцией Круповича В.И., Барыбина Б.Ш. - М.: Энергоиздат, 1982., - 340 с.
5. Статья. Абашев Д.Р., Чабанов Е.А., Чабанова Е.В. Дистанционная диагностика и управление электрическим оборудованием судов.
6. Теория автоматического управления в задачах электропривода. С.Н. Сидоров, Н.А. Лунина 2013, -112 с.

MODERNIZATION OF THE PAPILIONING SYSTEM BY THE WINCHES OF THE DREDGER OF THE P-36 PROJECT

D.R. Abashev [1], A.L. Pogudin [1,2]
Perm branch of FSFEI HE «VSUWT»
FSAEI HE «PNRPU»
Perm, Russian Federation

Abstract. *in this article, the topic of modernization of electric drives of paper-back winches, namely, the control system using a frequency converter (IF). A specific*

frequency converter is selected. The old and new regulatory systems are considered. The advantages and disadvantages of control systems are considered.

Keywords: *modernization, dredger, frequency, frequency converter, vessel, ergonomics, electric drive, paper winch.*

Об авторах

Абашев Данис Раисович (Пермь, Россия) – студент (специалитет) Пермский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», e-mail: abashev.danis@yandex.ru.

Погудин Андрей Леонидович (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, доцент, доцент отделения высшего образования, Пермский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»; доцент кафедры «Информационных технологий и автоматизированных систем», ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», e-mail: pogudin_al@mail.ru.

УДК 629.12.066(075.8)

Н.А. Алексеев, А.В. Радаев, Ю.В. Кудрявцев;
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ С БЕРЕГА ПРИ СТОЯНКЕ СУДНА В ПОРТУ – НАДЕЖНЫЙ СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Аннотация. В статье представлены преимущества электроснабжения с берега при стоянке судна в порту. Рассмотрены режимы работы нейтрали судовых высоковольтных электроэнергетических систем в зависимости от емкостного сопротивления фаз судовой системы. Даны рекомендации по выбору сопротивления нейтрали. Для обеспечения минимизации напряжения прикосновения при однофазном замыкании на землю в любом месте системы берег-судно рекомендовано использование эквипотенциального подключения.

Ключевые слова: береговое подключение, единые высоковольтные электроэнергетические системы, сопротивление нейтрали, эквипотенциальное соединение.

Международная морская организация (ИМО) разрабатывает мероприятия по уменьшению негативного воздействия судоходства на окружающую среду, при этом, особое внимание направлено на уменьшение выбросов с судов во время портовых операций. Загрязняющие выбросы, поступающие от судовых вспомогательных дизель-генераторов, используемых для загрязнения воздуха питания судовой инфраструктуры, применяемой для обеспечения жизнедеятельности экипажей и комфорта пассажиров на пассажирских судах во время стоянки, а также для выгрузки и погрузки на грузовых судах, включают диоксид углерода (CO_2), оксиды азота (NO_x), оксиды серы (SO_x) и твердые частицы (ТЧ). Одним из наиболее перспективных решений по сокращению в портах, является подача электроэнергии на пришвартованные суда от береговой электрической системы, что позволит судам отключить вспомогательные двигатели.

Кроме того, при этом наблюдается дополнительный экономический эффект, т.к. электроэнергия береговых электростанций значительно дешевле электроэнергии вырабатываемой судовыми генераторами, экономятся горюче-смазочные материалы, необходимые для работы судовых дизель-генераторов, высвобождается обслуживающий персонал, появляется возможность профилактического обслуживания генераторных агрегатов.

Благодаря бурному развитию полупроводниковой техники, позволившей создать надежные экономичные системы электродвижения переменного тока, а также, учитывая большие преимущества электродвижения по сравнению с механической передачей на винт, все большее количество судов (контейнеровозы, танкеры, газовозы, пассажирские суда) переходит на электродвижение. При этом на судах используются единые электроэнергетические системы (ЕЭЭС). В ЕЭЭС одни и те же генераторы вырабатывают электроэнергию для нужд гребной электрической установки (ГЭУ) и питания общесудовых приемников. Достоинством ЕЭЭС являются:

– оптимизация режимов эксплуатации дизельгенераторов, как следствие, снижение расхода горюче-смазочных материалов и повышение КПД;

– повышение надежности и эксплуатационных характеристик в целом;

– снижение стоимости оборудования установки;

– повышение гибкости планирования технического обслуживания и ремонта генераторных агрегатов.

Регулирование частоты вращения гребного винта в ЕЭЭС, при использовании в качестве ГЭД электрических машин переменного тока, осуществляется с помощью полупроводниковых преобразователей частоты,

Мощность ГЭД в ЕЭЭС судна значительно превосходит мощность общесудовых приемников. Для снижения массы и габаритов ГЭД используется высокое напряжение 6.6 или 11 кВ.

В соответствии с действующими Правилами Российского морского регистра судоходства [5] в судовых высоковольтных электроэнергетических системах могут применяться три режима нейтрали: изолированная; резистированная и компенсированная. Исключения составляют лишь нефтеналивные суда и газовозы, на которых применение компенсированной нейтрали не допускается.

При нейтрали полностью изолированной от корпуса судна, токоведущие части судовой электроэнергетической системы (ЕЭЭС) электрически соединены с корпусом только через сопротивление изоляции, которое принято чисто емкостным. Чем меньше емкость, тем меньше ток однофазного замыкания (О.З.), и тем выше пожароэлектробезопасность.

Преимущества изолированной нейтрали – относительно малые токи О.З. и простота реализации этого режима. К недостаткам можно отнести: высокие перенапряжения при дуговых перемежающихся О.З.; большая вероятность возникновения феррорезонансных явлений при О.З.; большая вероятность перехода О.З. в двухфазные короткие замыкания.

В системе с компенсированной нейтралью между корпусом судна и нейтралью включается индуктивное сопротивление дугогасительного реактора (ДГР) (дросселя), равное емкостному сопротивлению трех фаз ЕЭЭС [1]. При точной

настройке, в установившемся режиме, емкостной ток О.З. полностью компенсируется индуктивным током ДГР. Вместе с тем, во время функционирования ЕЭЭС непрерывно подключаются и отключаются источники (дизельгенераторы) и приемники электроэнергии, что приводит к изменению емкости фаз ЕЭЭС и, следовательно, возникают режимы перекомпенсации или недокомпенсации. Возникает необходимость автоматической настройки ДГР в резонанс с изменяющейся емкостью сети, т.е. значительному усложнению конструкции по сравнению с изолированной нейтралью. В настоящее время в силу этих обстоятельств режим компенсированной нейтрали не получил широкого распространения в судовой практике.

Резистированная нейтраль подразумевает включение между корпусом судна и нейтралью системы через высокоомный резистор, сопротивление которого находится в пределах от однократной до двукратной величины емкостного сопротивления трех фаз ЕЭЭС относительно корпуса судна. Таким образом, ток О.З. для этого режима работы нейтрали при малых сопротивлениях замыкания фазы на корпус несколько превышает ток О.З. при изолированной нейтрали, это обуславливается появлением активной составляющей тока через сопротивление нейтрали. При достаточно больших сопротивлениях замыкания фазы на корпус, ток О.З. будет несколько меньше, чем при изолированной нейтрали. Минимальное значение тока О.З. будет при оптимальном сопротивлении нейтрали, которое зависит от емкостного сопротивления трех фаз ЕЭЭС по отношению к корпусу и располагается между его однократной и двукратной величиной. В режиме резистированной нейтрали, при оптимальном значении сопротивления нейтрали обеспечивается значительное снижение перенапряжений при дуговых замыканиях по сравнению с изолированной нейтралью [2, 3, 4]. Поэтому в судовой практике режим резистированной нейтрали нашел широкое применение.

При проектировании высоковольтных систем подключения судов при стоянке в порту к высоковольтным системам берегового (портового) электроснабжения рекомендуется (следует) учитывать стандарт IEC/IEEE 80005-1 [7]. Этот стандарт определяет основные требования, предъявляемые к электрическому соединению между пришвартованным судном и источником электроэнергии, расположенным на причале. В стандарте указывается на первостепенную роль выбора величины резистора заземления нейтрали и рекомендуются исходные значения для каждого типа судна.

В соответствии с рекомендациями стандарта IEC/IEEE 80005-1 электроэнергия от береговой системы электроснабжения должна подаваться на судно через разделительный трансформатор. Вторичная обмотка трансформатора соединяется звездой, а нулевая точка, через резистор заземления нейтрали, соединяется с землей. Клемма резистора заземления нейтрали, соединенная с землей, подключается к корпусу судна через нейтральный кабель, а так же она подключается к земле с помощью нейтрального заземлителя, алгоритм работы которого определяется типом судна. Ток однофазного замыкания на землю (О.З.) в основном зависит от величины сопротивления заземления нейтрали. Величина установившегося тока О.З. на землю будет низкой по сравнению с номинальным фазным током. Для предотвращения возможности поражения электрическим током обслуживающего персонала, стандарты и рекомендации по технике безопасности предписывают следующие ограничения:

– однофазное замыкание на землю не должно создавать напряжение прикосновения, превышающее 30В, в любом месте энергосистемы «Берег-судно»;

– резистивная составляющая тока утечки однофазного замыкания на землю должна быть не менее чем в 1,25 раза больше емкостной составляющей [6, 7].

С целью предотвращения появления опасных напряжений прикосновения в любом месте системы электрического подключения судна к берегу, необходимо обеспечить эквипотенциальное соединение между береговой системой заземления и корпусом судна, т.е. необходимо обеспечить электрическое соединение с помощью дополнительного проводника проложенного параллельно с фазными.

Кроме того, решающее значение для определения безопасного тока О.З. на землю имеет соотношение активной и емкостной составляющих этого тока. Для определения величины сопротивления заземления нейтрали R_N необходимо знать емкостное сопротивление $X_C = {}^1\!/_3\, wC$, где С – максимальная емкость фазы ЕЭЭС, соответствующая максимальному числу работающих приемников и источников. Вместе с тем, каждый раз невозможно изменять значения сопротивления заземления нейтрали R_N в соответствии с параметрами пришвартованного судна, поэтому, вероятно, необходимо определить диапазон значений сопротивления заземления нейтрали R_N для группы судов.

В качестве кабеля предназначенного для соединения судна с берегом используются силовые кабели, у которых параллельно с фазным проводником проложен заземляющий проводник (эквипотенциальный проводник). Суммарное поперечное сечение заземляющих проводников должно составлять не менее 50% от поперечного сечения фазных проводников. Таким образом, совместно заземляющие проводники, проложенные внутри силового кабеля, обеспечивают эквипотенциальную связь между корпусом судна и береговой системой заземления. В качестве иллюстрации на рисунке 1 представлена контактная часть розетки силового кабеля соединения судна с берегом.

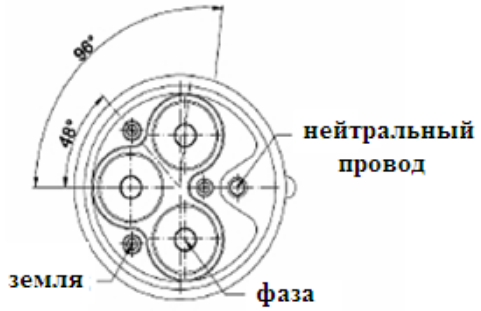


Рисунок 1 – Внешний вид розетки для подключения силового кабеля питания судна с берега

Кроме того, выключатель заземления QF (разъединитель) соединяет клемму заземления сопротивления заземления нейтрали R_N с системой эквипотенциального заземления [6]. Стандарт IEC/IEEE 80005-1 требует, чтобы во время электроснабжения судна с берега сопротивление заземления нейтрали подключалось только к судну нейтральным кабелем, а в случае, когда судно не получает питания с берега (не подключено к берегу) сопротивление нейтрали силового трансформатора должно быть подключено к земле (рис.2).

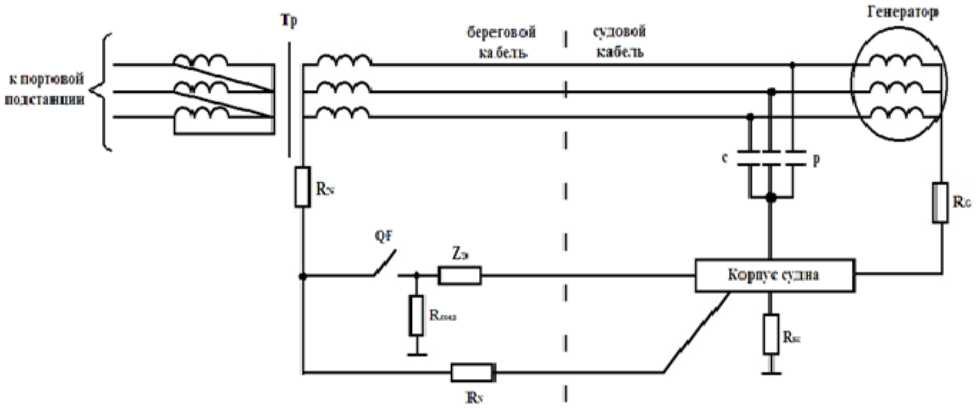


Рисунок 2. Полная схема заземления и кабельных соединений между силовым трансформатором на берегу и судовой электроэнергетической системой

Таким образом, эквипотенциальное соединение между корпусом судна и клеммой присоединения к земле R_N реализовывается с помощью специального проводника в силовом кабеле. В ряде работ такой провод рассматривается как соединение с нулевым сопротивлением. Вместе с тем, поскольку определяющим с точки зрения является напряжение касания, необходимо учитывать импеданс такого соединения $Z_Э$. В дополнение к эквипотенциальному проводнику с импедансом $Z_Э$, нейтральный проводник с импедансом Z_N соединяет резистор заземления нейтрали R_N с корпусом судна, и когда разъединитель QF замкнут, два провода находятся параллельно. Необходимо отметить, что не только резистор заземления нейтрали R_N, но и сопротивление заземления нейтрали судовой электроэнергетической системы R_G (сопротивление заземления судна) играют важную роль в ограничении тока однофазного замыкания на землю. Другие важные параметры определяющие ток однофазного замыкания это сопротивления заземления береговой системы $R_{соед}$ и сопротивление заземления судна R_K.

Литература

1. Брунав Я.П. Судовые электрические сети / Я.П. Брунав, Ю.Г. Татьянченко. – Л.: Судостроение, 1982.– 32 с.
2. Граве В.И. Основные пути достижения электропожаробезопасности судовых электроэнергетических систем 6 кВ. / Судостроительная промышленность, сер. «Судовая электротехника и связь», 1991. – Вып.15. – С.14-19.
3. Граве В.И. Выбор сопротивления нейтрали автономных многоагрегатных электростанций 6-10 кВ./ В.И. Граве, В.Л. Сычев// Промышленная энергетика. – 1990. –№ 9. – С. 36-37.
4. Граве В.И. К вопросу о пожаробезопасности судовых высоковольтных ЭЭС. – Марин инжиниринг сервис. –1992. – № 2.
5. Правила классификации и постройки морских судов. Т.2. СПб.: РМРС, 2020
6. D. Paul. K. Peterson, and P. Chavdarian, «Designing Cold Izoning Power Systems: Electrical Safety During Ships Berthing», IEEE Ind. Appl. Mag., vol.20, no.3, pp. 24 - 32, 2014.
7. Utility connection in port-Part 1: High voltage shore connection (HVSC) system-General requirement, IEC/IEEE Std. 80 005-1.2019.

ELECTRICITY SUPPLY FROM THE SHORE WHEN THE SHIP IS PARKED IN THE PORT – IS A RELIABLE WAY TO INCREASE ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC EFFICIENCY

N.A. Alekseev, A.V. Radaev, Y.V. Kudryavtsev
FSFBEI HE «Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping»
Saint Petersburg, Russian Federation

Abstract. *The article presents the advantages of electricity supply from the shore when the ship is parked in the port. The modes of operation of the neutral of ship's high-voltage electric power systems depending on the capacitive resistance of the phases of the ship's system are considered. Recommendations on the choice of neutral resistance are given. In order to minimize the contact voltage during a single-phase earth fault, the use of an equipotential connection is recommended anywhere in the shore-ship system.*

Keywords: *shore connection, unified high-voltage electric power systems, neutral resistance, equipotential connection.*

Об авторах

Алексеев Николай Андреевич (Санкт-Петербург, Россия) – кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Судовые автоматизированные электроэнергетические системы», ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова», e-mail: kaf_saees@gumrf.ru

Радаев Анатолий Вячеславович (Санкт-Петербург, Россия) – кандидат технических наук, доцент, декан факультета «Судовой энергетики», ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота» ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова», e-mail: RadaevAV@gumrf.ru

Кудрявцев Юрий Викторович (Санкт-Петербург, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Судовые автоматизированные электроэнергетические системы», ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова», e-mail: UVK195@mail.ru

УДК 629.5.064.5

Н.А. Алексеев, А.В. Радаев, Ю.В. Кудрявцев;
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СУДОВЫХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЗА СЧЁТ ПРИМЕНЕНИЯ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Аннотация. Рассмотрены возможности применения накопителей электрической энергии (НЭ) в судовых электроэнергетических системах (СЭЭС). Из всей разновидности НЭ, предпочтение отдаётся аккумуляторным батареям и суперконденсаторам как наиболее подходящим для выравнивания нагрузки и повышения качества электроэнергии при работе электроэнергетических систем судов с резкопеременной нагрузкой. Предложены варианты применения накопителей электроэнергии, в СЭЭС с подключаем к шинам ГРЩ и АРЩ.

Ключевые слова: накопители электроэнергии, аккумуляторные батареи, суперконденсаторы, электроэнергетическая система.

Введение

Судовые электроэнергетические системы является той областью, где накопители электрической энергии могут найти применение. Это связано с тем, что для них характерными являются режимы работы, связанные с пиковой и резко переменной нагрузкой. Это приводит к недопустимым колебаниям и провалам напряжения на шинах ГРЩ, что непосредственно влияет на работу судовых приёмников электроэнергии, ухудшая их работу.

Режим пиковых нагрузок обычно возникает при разгрузочно-погрузочных операциях, выполняемых своими средствами на судах различного типа (сухогрузах, контейнеровозах, танкерах). Режим с резко переменной нагрузкой возникает при работе электроприводов соизмеримой с судовыми генераторами мощностью, например при работе подруливающего устройства в момент швартовки судна.

Для того, чтобы снизить влияние этих режимов на напряжение в судовой сети применяют различные решения, например: выделяют отдельный генератор, который обеспечивает работу подруливающего устройства, а другой генератор, обеспечивает в это время электроэнергией судовые приёмники, обеспечивая заданное качество электроэнергии для судовых приёмников или включают на параллельную работу два или более судовых генераторов, для увеличения мощности судовой электростанции. Использование дополнительного генератора приводит к дополнительному расходу топлива, увеличению вредных выбросов в атмосферу и уменьшению его ресурса.

Несмотря на то, что рассмотренные выше проблемы можно эффективно решать при помощи НЭ, практика их применения в России практически отсутствует [8]. Это связано с тем, что отсутствуют методические подходы к выбору видов и параметров накопителей, оптимально соответствующих решаемой проблеме. Чтобы выявить это соответствие, необходимо провести анализ основных видов накопителей электрической энергии и их особенностей. Косновным видами накопителей электрической энергии, выпускаемых промышленностью, относятся: маховики; суперконденсаторы; сверхпроводниковые индуктивные накопители (СПИНЭ) и аккумуляторные батареи большой мощности [3].

Применение накопителей электроэнергии в СЭЭС

Из анализа достоинств, недостатков и особенностей работы НЭ, можно сделать вывод о том, что для применения в судовых электроэнергетических системах в наибольшей степени подходят два вида накопителей электроэнергии. Это суперконденсаторы и аккумуляторные батареи.

Суперконденсаторы могут быть использованы для обеспечения заданного качества электроэнергии на шинах ГРЩ при выбросах и провалах напряжения и отклонениях частоты в результате воздействия резко-переменных нагрузок. При провалах и выбросах напряжения необходимо определять мощность помехи и по её величине выбирать необходимую мощность НЭ [6].

Применение суперконденсаторов позволяет сокращать продолжительность провалов и выбросов более, чем на 50%, а величину провалов и выбросов – до 10%. Место предпочтительного включения суперконденсаторов – шины ГРЩ. На рис.1 показана эффективность работы суперконденсатора при подключении его к судовой сети для сглаживания пиковых нагрузок без применения накопителей энергии и с их применением [4].

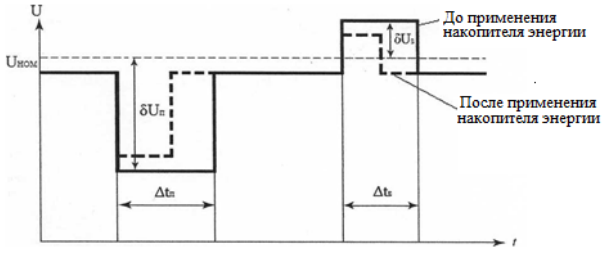


Рисунок 1. Выброс и провал напряжения

$\delta U_п$ – величина провала напряжения;

$\Delta t_п$ – длительность провала напряжения;

δU_E– величина выброса напряжения;

Δt_E– длительность провала напряжения.

Применение НЭ для регулирования частоты в энергосистемах, снижает потребность во вращающемся резерве. При возрастании нагрузки свыше заявленной, могут происходить отклонения частоты за рамки установленного значения. В этом случае начинает происходить регулирование частоты накопителями энергии, способными быстрее и точнее реагировать на команды системного оператора, чем традиционные генерирующие мощности. Мощность и энергоёмкость накопителя должна быть выбрана достаточной для поддержания выдачи мощности на время отклонения частоты. Схема подключения суперконденсаторов к шинам ГРЩ показана на рисунке 2.

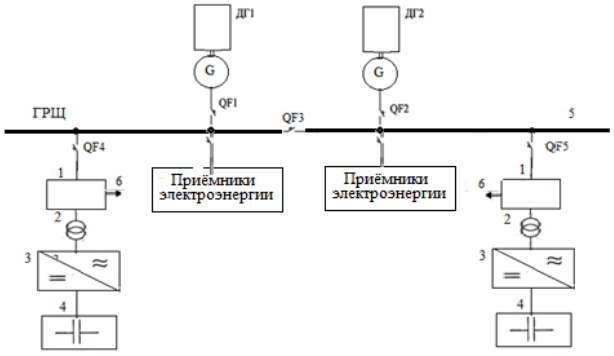


Рисунок 2. Схема подключения НЭ суперконденсатора к шинам ГРЩ

Система накопления энергии содержит накопитель (4) из суперконденсаторов. Каждый накопитель через соответствующие преобразователь (3) и согласующий трансформатор (2) подключен к входу модуля (1) переключения на сеть (5) или нагрузку (6).

Каждый из модулей (1) (рис. 3) содержит первый механический коммутатор (8), первый электронно-механический коммутатор (9), блок (10) фильтрующих конденсаторов и демпфирующий узел (11).

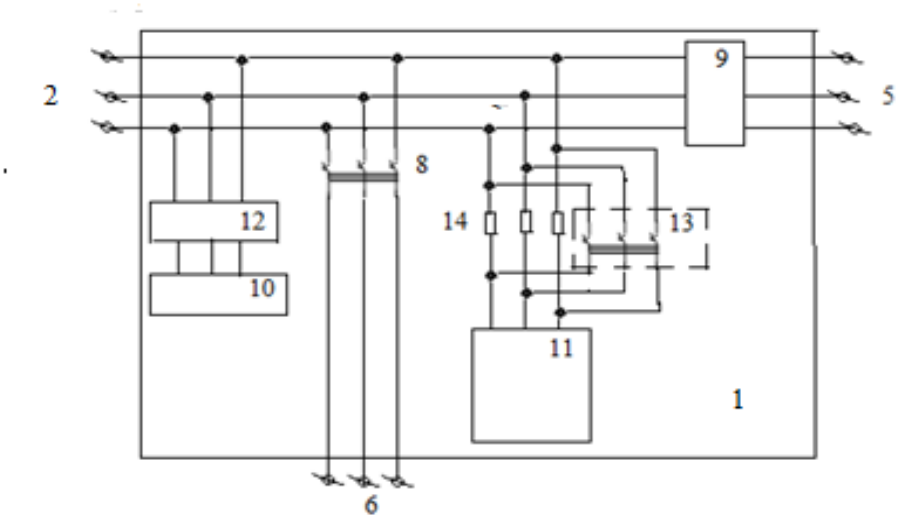


Рисунок 3. Принципиальная схема модуля переключения

Первый механический коммутатор (8) предназначен для подключения к нагрузке (6). Первый электронно-механический коммутатор (9) предназначен для подключения к сети (5). Блок (10) фильтрующих конденсаторов и демпфирующий узел (11) включены на входе модуля (7) через второй электронно-механический коммутатор (12) и второй механический коммутатор (13) соответственно.

Система работает следующим образом. В режиме автономной работы на нагрузку (6) коммутатор (12) каждого модуля (7) подключает блок (10) через согласующий трансформатор (4) к выходу преобразователя (3), а в режиме работы на сеть (5) блок (10) отключается коммутатором (12) для обеспечения высокой эффективности преобразования. В автономном режиме через фильтрующие конденсаторы блока (10) протекает ток основной гармоники и реактивная мощность, создаваемая этим током, составляет до половины номинальной активной выходной мощности преобразователя (3). Емкости фильтрующих конденсаторов, создающие данную реактивную мощность, выбраны исходя из максимального значения пульсаций выходного напряжения при заданных пульсациях тока фильтрующей индуктивности преобразователя (3). Чтобы устранить дополнительные потери, вызванные этим реактивным током в режиме работы на сеть, конденсаторы блока (10) отключаются. Электронно-механический коммутатор (12) позволяет с одной стороны обеспечить высокое быстродействие переключения, с другой – высокую эффективность при шунтировании электронных ключей механическими контактами.

Для демпфирования выбросов, которые могут возникнуть при мгновенном отключении сети или обрыве в режиме работы на сеть используется узел (11), подключенный к согласующему трансформатору (4) через второй механический коммутатор (13) и выполненный в виде выпрямителя с емкостной нагрузкой. При резком возрастании напряжения емкость на выходе выпрямителя заряжается за счет энергии выброса. После прохождения выброса и поглощения его энергии емкость на выходе выпрямителя разряжается на балластные резисторы.

Шунтирование резисторами (14) контактов коммутатора (13) необходимо для первоначального включения при разряженных емкостях на выходе выпрямителя блока (11).

Коммутатор (9) обеспечивает подключение нагрузки (6) и преобразователя (3) для параллельной работы на сеть (5) [2].

Накопители электроэнергии в виде АБ, могут быть использованы для обеспечения надёжности и бесперебойности питания особо важных (1 категория) и некоторых важных (2 категория) приёмников электроэнергии, получающих питание от аварийного распределительного щита (АРЩ).

Как показывает практика, аварийные генераторы АДГ не всегда запускаются с первого раза без объяснимых причин. В этом случае практически мгновенное подключение НЭ в виде АБ обеспечит бесперебойность питания приёмников первой категории.

Принципиальная схема использования накопителей энергии для бесперебойного электроснабжения потребителей первой и второй категорий, получающих питание от АРЩ, приведена на рис. 4.

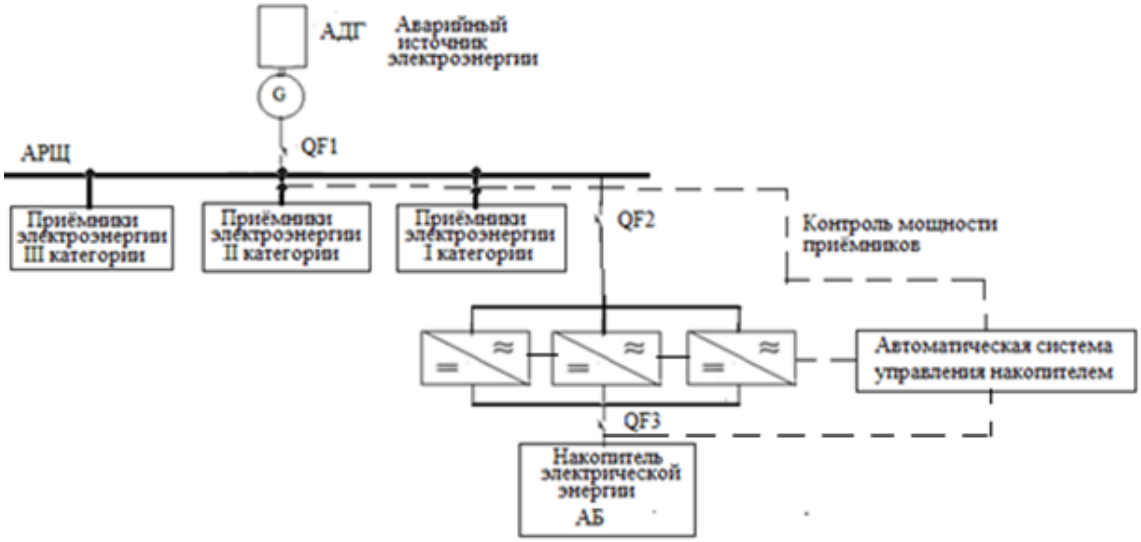


Рисунок 4. Схема подключения НЭ аккумуляторной батареи к шинам АРЩ

Для каждого конкретного случая мощность накопителя электрической мощность определяется как разность между номинальной мощностью источников генерации и мощностью, необходимой потребителям во время отключения основного (ых) источника (ов) энергии. Если мощности НЭ будет достаточно, то он может обеспечить питанием всех потребителей. Если мощности будет недостаточно, устройство разгрузки НЭ отключит III категорию и накопитель энергии будет обеспечивать питанием потребителей I и выборочно II категории

Выводы

1. Технологии накопления энергии развиваются высокими темпами, накопители энергии находят все более широкое применение в практике регулирования и управления режимами электроэнергетических систем.

2. Малое время отклика, значительные величины мощности и энергоемкости открывают широкие перспективы применения накопителей для управления как установившимися, так и переходными режимами в судовых электроэнергетических установках.

3. Применение накопителей электрической энергии является перспективным направлением совершенствования эксплуатации судовых электроэнергетических систем, позволяющий повысить надёжность электроснабжения судовых приёмников, качество электрической энергии, снизить потребление топлива и уменьшить вредные выбросы в атмосферу.

Литература

1. Бахтеев К.Р. Повышение эффективности функционирования систем централизованного и автономного электроснабжения путем комплексного применения электрохимических накопителей энергии, малой генерации и форсировки возбуждения синхронных машин :дис. канд. техн. Наук : защищена 2019 / БахтеевКамильРавилевич. –Казань, 2019. – 190 с.

2. Гибридный накопитель электроэнергии для ЕНЭС на базе аккумуляторов и суперконденсаторов / Бердников Р.Н., Фортов В.Е., Сон Э.Е., Деньщиков К.К., Жук А.З., Новиков Н.Л., Шакарян Ю.Г. // Энергия Единой сети. 2013, № 2. С. 40–51.

3. Ефремов Д.Г. Исследование возможности и разработка способов применения накопителей энергии различного типа для противоаварийного управления при больших возмущениях в энергосистеме : дис. канд. техн. Наук : защищена 2018 / Ефремов Дмитрий Геннадьевич. – М., 2018. – 146 с.

4. Смотров Н.Н. Сглаживание провалов и выбросов напряжения в системах оперативного тока электрических станций и подстанций с помощью ионисторов:дис. канд. техн. наук : защищена 2019 / Смотров Николай Николаевич – М., 2019. – 125 с.

5. Соколов М. А. Сравнительный анализ систем запасания энергии и определение оптимальных областей применения современных супермаховиков / Соколов М.А., Томасов В.С., Jastrzębskib R.P. // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики - 2014. - № 4. - с. 149-155.

6. Сокольникова Т. В. Определение оптимальных параметров накопителя для интеграции возобновляемых источников энергии в изолированных энергосистемах с активными потребителями / Сокольникова Т.В., Суслов К.В., Ломбарди П. // Вестник ИрГТУ - 2015. - № 10. - с. 206-211.

7. Сошинов А. Г. Накопители энергии в электроэнергетических системах: Учеб. пособие / Сошинов А. Г., Угаров Г. Г.; ВолгГТУ, Волгоград, 2007. – 106 с.

8. Экспертно-аналитический доклад «Рынок систем накопления электроэнергии в России: потенциал развития» фонда «Центр стратегических разработок» [Электронный ресурс]: Центр стратегических разработок. URL: https://www.csr.ru/wp-content/uploads/2018/09/Condenses System Markets Web-Fin.pdf

IMPROVING THE EFFICIENCY OF MARINE ELECTRIC POWER SYSTEMS THROUGH THE USE OF ELECTRIC ENERGY STORAGE

N.A. Alekseev, A.V. Radaev, Y.V. Kudryavtsev

FSFBEI HE «Admiral Makarov State University of Mariti and Inland Shipping»

Saint Petersburg, Russian Federation

Abstract*. The possibilities of using electric energy storage devices (NE) in marine electric power systems (SEES) are considered. Of the whole variety of NO, preference is given to rechargeable batteries and a supercapacitor, as the most suitable for load balancing and improving the quality of electricity when operating electric power systems of ships with a sharply variable load. Options for the use of electric power storage devices are proposed, in SEES with connection to the buses of the GRSCH and ARSCH.*

Keywords: *electric power storage, storage batteries, supercapacitors, electric power system.*

Об авторах

Алексеев Николай Андреевич (Санкт-Петербург, Россия) – кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Судовые автоматизированные электроэнергетические системы», ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова», e-mail: kaf_saees@gumrf.ru

Радаев Анатолий Вячеславович (Санкт-Петербург, Россия) – кандидат технических наук, доцент, декан факультета «Судовой энергетики», ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова», e-mail: RadaevAV@gumrf.ru

Кудрявцев Юрий Викторович (Санкт-Петербург, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Судовые автоматизированные электроэнергетические системы», ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова», e-mail: UVK195@mail.ru.

УДК 621.311
Я.И. Артемьева, Р.Е. Дементьев, С.А. Додатко, А.С. Селезнев, Д.С. Федосов;
ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»,
Иркутск, Российская Федерация

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАВИЛЬНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЦИФРОВОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ СБОРНЫХ ШИН ПРИ ВНЕШНИХ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЯХ

Аннотация. Рассмотрена проблема некорректных срабатываний дифференциальной защиты сборных шин при внешних коротких замыканиях. В среде MATLAB Simulink разработаны модели сборных шин с шестью присоединениями, трансформаторов тока, цифровых дифференциальных защит. Проведено исследование поведения защит в переходных режимах внешних коротких замыканий, подтвердившее высокую вероятность срабатывания защит шин при данных повреждениях. Предложено усовершенствование защит за счёт применения блокировки по апериодической составляющей дифференциального тока и использования дифференциально-фазного органа. Эффективность усовершенствования подтверждена на моделях защит.

Ключевые слова: MATLAB, релейная защита, диференциальная защита шин, трансформатор тока.

Проблема некорректных срабатываний цифровых дифференциальных защит (ДЗ) при насыщении трансформаторов тока (ТТ) в режиме внешнего короткого замыкания (КЗ) является актуальной. Потери генерирующей мощности, нарушение электроснабжения потребителей, сбои в технологических процессах вызывают существенный экономический ущерб. Примером тому служат аварии в энергосистемах России, когда из-за неправильного действия дифференциальной защиты шин (ДЗШ) отключаются значительные мощности генерации и нагрузки [4].

Принцип работы ДЗ основан на сравнении токов по сторонам защищаемого объекта по величине и фазе. При внешнем КЗ сумма токов будет равна нулю, а при внутреннем повреждении – току КЗ. В реальных защитах при внешнем КЗ сумма токов равна току небаланса из-за погрешностей ТТ. Защита должна быть отстроена от этого тока во избежание неправильных срабатываний. Целью данной работы является исследование и обеспечение правильного функционирования ДЗШ в переходных режимах.

Работа выполнялась в рамках дисциплины «Проектная деятельность» у обучающихся 3 курса ИРНИТУ. С использованием программной среды MATLAB Simulink выполнено поэтапное моделирование оборудования и его режимов работы [2]. В рамках проектной группы моделирование ДЗШ выполнено на примере сборных шин напряжением 35, 110 и 500 кВ. Каждые шины имеют три генерирующих присоединения (блоки) и три отходящих присоединения (рисунок 1).

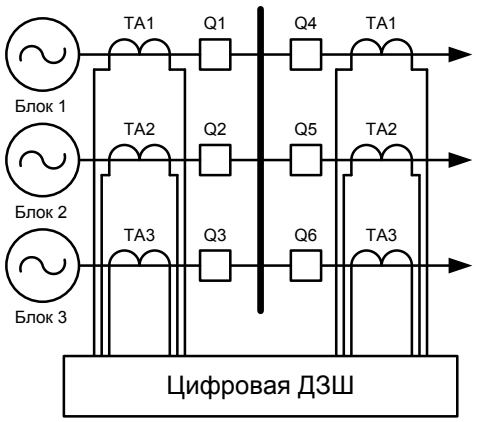


Рисунок 1. Принципиальная схема
моделируемой дифференциальной защиты шин

Моделируемые варианты оборудования для проведения исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1

Варианты оборудования для моделирования

№ Вар.	Номинальное напряжение, кВ	Тип генераторов блоков	Тип трансформаторов блоков	Тип трансформаторов тока	Тип устройства защиты
1	35	Т-12-2	ТД-16000/35	ТВ-35-I 300/5	Schneider Electric MiCOM P740
2	110	ТВФ-63-2	ТДЦ-80000/110	ТФЗМ 110 Б-I 600/5	Механотроника БМРЗ-ДЗШ
3	500	ТВВ-500-2	ТЦ-630000/500	ТФЗМ 500 Б-I 750/5	ЭКРА ШЭ2710 561

На первом этапе работы составлена модель сборных шин для заданного оборудования, состоящая из трёх блоков генерации Three-Phase Source и трёх блоков нагрузки Three-Phase Series RLC Load, соединённых между собой пофазно. В дальнейшем три нагрузочных присоединения объединены в одно для имитации опыта внешнего КЗ (рисунок 2). Корректность моделирования проверена проведением опыта КЗ и нагрузочного опыта. В нагрузочном режиме модель работает корректно, номинальные напряжения и токи совпадают с полученными на модели без погрешности. Однако в режиме КЗ расчётный ток оказался на 2-3% больше тока, полученного при запуске модели в MATLAB, что вызвано неучётом активного сопротивления генератора и трансформатора при приближённых расчётах.

Следующим этапом работы стало моделирование ТТ, снятие вольтамперной характеристики (ВАХ) и анализ их работы при разных значениях остаточной индукции. ТТ заданы при помощи блоков Saturable Transformer. ВАХ задана согласно методике [3]. Координаты трёх точек для построения приближённой ВАХ в относительных единицах на примере ТТ типа ТФЗМ 110 Б-I 600/5 приведены в таблице 2. Для построения ВАХ в MATLAB создана модель, также написан скрипт для её запуска. Скрипт позволяет менять подаваемый в обмотку ТТ ток и выполнять снятие ВАХ. Заданная согласно таблице 2 ВАХ совпала с полученной в результате моделирования в MATLAB.

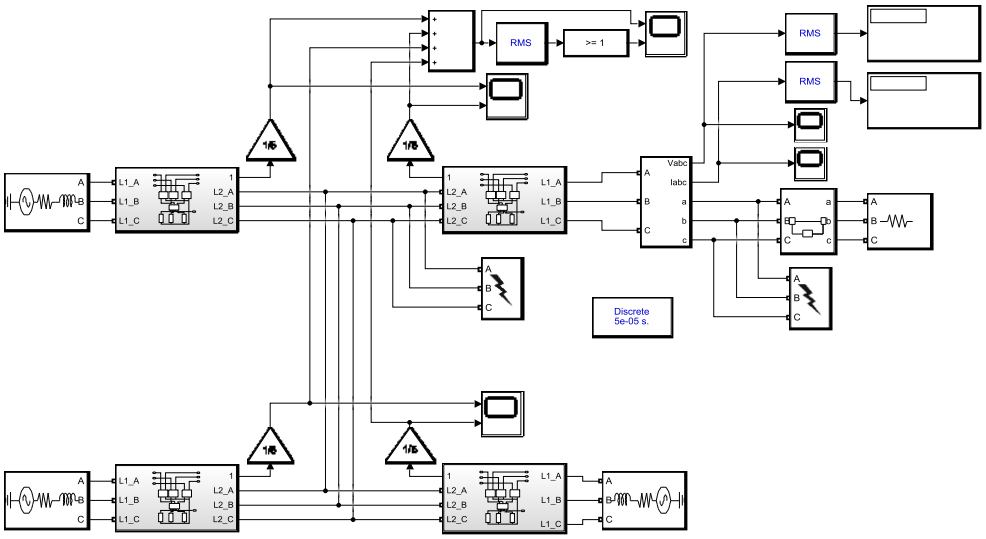


Рисунок 2. Модель простейшей дифференциальной защиты шин в MATLAB Simulink

Таблица 2

Точки для построения ВАХ ТТ ТФЗМ 110 Б-I 600/5

I_2, о.е	U_2, о.е
0	0
ε = 0,1	$(1 – ε)·K_{10} = (1 – 0,1)·20 = 18$
1	$1,01·(1 – ε)·K_{10} = 1,01·(1 – 0,1)·20 = 18,18$

Исследование работы модели ТТ при разных значениях остаточной индукции в режиме трансформации тока КЗ с апериодической составляющей показало, что при отсутствии остаточной индукции апериодическая составляющая почти полностью исчезает из вторичного тока, так как она расходуется на намагничивание сердечника ТТ. Остаётся только периодическая составляющая, которая в режиме насыщения мала, так как ТТ насыщается уже через 3 периода. При максимальной положительной остаточной индукции насыщение ТТ происходит уже на первом периоде, так как знаки остаточной индукции и апериодической составляющей совпадают. При минимальной отрицательной остаточной индукции насыщение ТТ замедляется, так как указанные выше знаки противоположны.

На следующей стадии работы собрана модель ДЗШ с торможением, а также написан скрипт для запуска модели и вывода результатов на графики. Для создания ДЗШ собраны подсистемы с трёхфазными группами ТТ на всех присоединениях. Перевод токов плеч защиты в относительные единицы осуществлён в блоке Gain путём деления токов на вторичный номинальный ток ТТ, равный 5 А. Дифференциальный ток формируется суммированием токов всех плеч в блоке Add. Простейшая ДЗШ осуществляется путём сравнения действующего значения дифференциального тока с уставкой в относительных единицах. Модель с указанной ДЗШ приведена ранее на рисунке 2.

Для разработки логической схемы характеристики торможения и ввода её в модель ДЗШ использованы руководства по эксплуатации соответствующих терминалов защиты, в которых отображены характеристики торможения и предоставлены формулы для нахождения тока торможения. Например, для терминала

БМРЗ-ДЗШ характеристика торможения приведена на рисунке 3. Ток торможения для терминала БМРЗ-ДЗШ согласно [1] определяется как:

$$I_{торм} = \frac{1}{2}\sum_{k}\left|\dot{I}_{к}\right|. \qquad (1)$$

Участки характеристики на рисунке 3 моделируются по неравенствам для горизонтального участка

$$\begin{cases} I_{торм} \le I_{нт} \\ I_{дифф} \ge I_{нач} \end{cases} \qquad (2)$$

и для наклонного участка

$$\begin{cases} I_{торм} > I_{нт} \\ I_{дифф} \ge I_{нач} + K_{т}\left(I_{торм} - I_{нт}\right). \end{cases} \qquad (3)$$

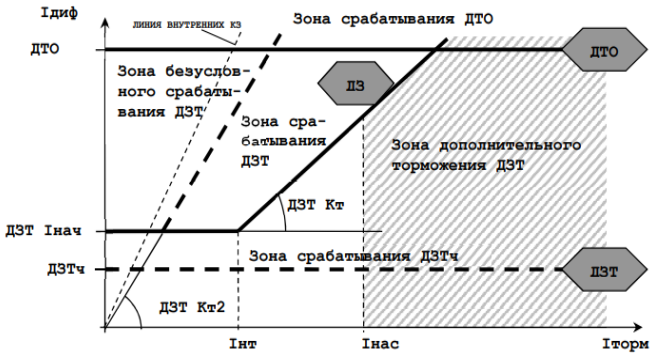


Рисунок 3. Пример моделируемой характеристики торможения для терминала Механотроника БМРЗ-ДЗШ

Проверка логической схемы ДЗШ выполнена путём подачи на входы подсистемы разных сочетаний тормозного и дифференциального тока и контроля логического сигнала на выходе.

В характеристику торможения также добавлена дифференциальная отсечка и блокировка по второй гармонике, являющуюся уже известным методом для отстройки от токов небаланса, использующим косвенные признаки насыщения ТТ. Блокировка устанавливается путём выделения из дифференциального тока второй гармоники с помощью блока преобразования Фурье (Fourier) и сравнения этого тока в подсистеме характеристики торможения с уставкой, равной 0,15 о.е. Отключение произойдёт тогда, когда сработает один из заданных участков характеристики торможения согласно (2) или (3), а дифференциальный ток второй гармоники будет меньше заданной уставки. Для добавления токовой отсечки достаточно сравнить в обход всех блокировок и условий дифференциальный ток с уставкой, равной 6 о.е. Логическая схема характеристики торможения с токовой отсечкой и блокировкой по второй гармонике приведена на рисунке 4. Итоговая модель ДЗШ с торможением представлена на рисунке 5.

На этапе исследований определены параметры модели, влияющие на переходные режимы, и организован перебор различных сочетаний этих параметров с помощью цикла в скрипте MATLAB. В числе параметров, влияющих на работу ДЗШ, рассмотрены:

1. вторичная нагрузка на ТТ, от величины которой зависит степень их насыщения и форма вторичного тока;

2. остаточная индукция ТТ, от величины которой зависит степень их насыщения и форма вторичного тока;

3. начальная фаза ЭДС питающих систем, от которой зависит величина апериодической составляющей тока в момент начала КЗ.

Для понимания того, как далеко ДЗШ находится от состояния срабатывания при внешних КЗ, на график характеристики торможения добавлены зависимости дифференциального тока от тока торможения (небаланса).

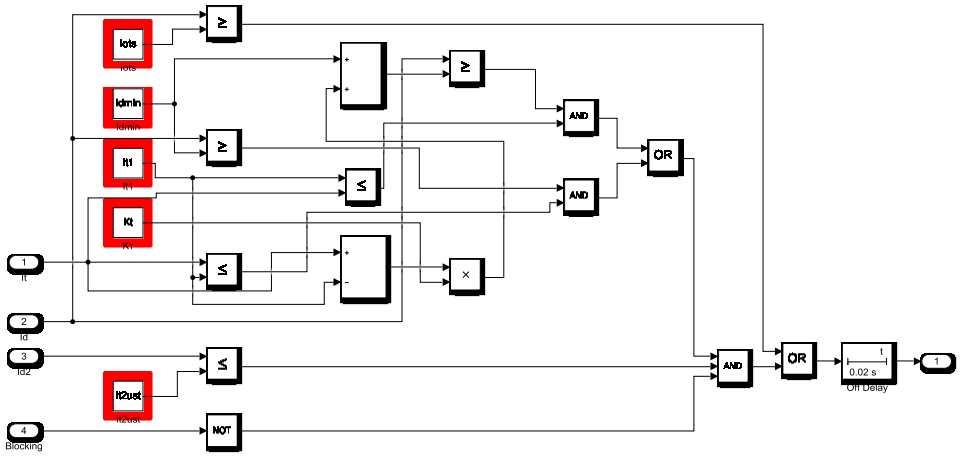


Рисунок 4. Логическая схема характеристики торможения

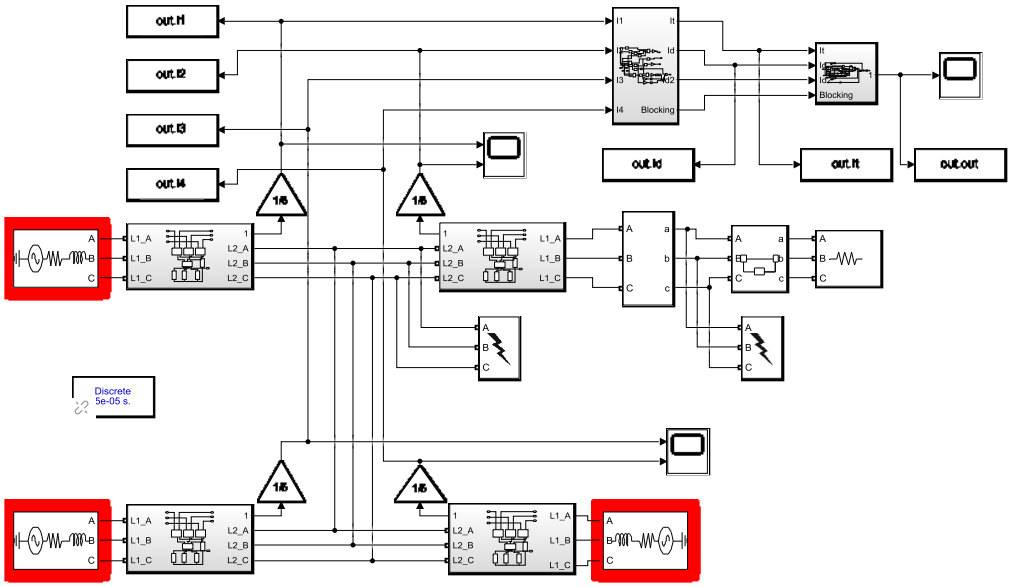


Рисунок 5. Модель дифференциальной защиты шин с торможением

В модели MATLAB выполнена замена уставок защит на буквенные переменные с введением их в скрипт. Сформированы первый горизонтальный участок характеристики торможения (рисунок 3) путём задания набора точек по горизонтальной оси от нуля до тока $I_{нт}$ и подъёмом этого набора точек по вертикальной оси на величину тока $I_{нач}$. Наклонный участок характеристики торможения сформирован путём задания диапазона токов торможения по горизонтальной оси от

тока $I_{нт}$ до максимально возможного тока КЗ (6 о.е.) и задания диапазона дифференциальных токов по вертикальной оси с помощью формулы (3). Характеристика дифференциальной токовой отсечки добавлена на график аналогично первому участку характеристики торможения.

Создан цикл, который поочередно перебирает упомянутые выше параметры, влияющие на работу защиты, и запускает расчёт соответствующих этим параметрам режимов. Вторичная нагрузка на ТТ установлена равной 50% и 100% от номинальной нагрузки. Значения остаточной индукции принимались равными 100%, 50%, 0%, –50% и –100% от индукции насыщения ТТ. Для начального угла сдвига ЭДС фазы А блоков взяты значения 0º, 45º, 90º, 135º, 180º, 225º, 270º и 315º. В скрипт также добавлена возможность сохранения результатов расчёта в изображение с указанием всех изменяемых параметров и автоматического расчёта 800 режимов внешних КЗ для выявления тех из них, при которых ДЗШ срабатывает ложно. 800 режимов рассчитаны для каждого варианта оборудования.

На примере варианта схемы №2 из таблицы 1 получено, что в 626 из 800 режимов внешнего КЗ, рассчитанных в работе, ДЗШ срабатывала некорректно. Лишь в 174 случаях из-за отсутствия насыщения ТТ при близком внешнем КЗ защита работала правильно. Неправильные срабатывания преимущественно наблюдались при максимальной вторичной нагрузке на все ТТ и при неблагоприятном знаке остаточной индукции. Пример результата расчёта с некорректным срабатыванием защиты при внешнем КЗ приведён на рисунке 6. Для двух других вариантов схемы также получены числа правильных и неправильных действий защиты: в варианте №1 обнаружено 316 некорректных срабатываний и 484 правильных несрабатывания, в варианте №3 – 712 неправильных срабатываний и 88 корректных несрабатываний.

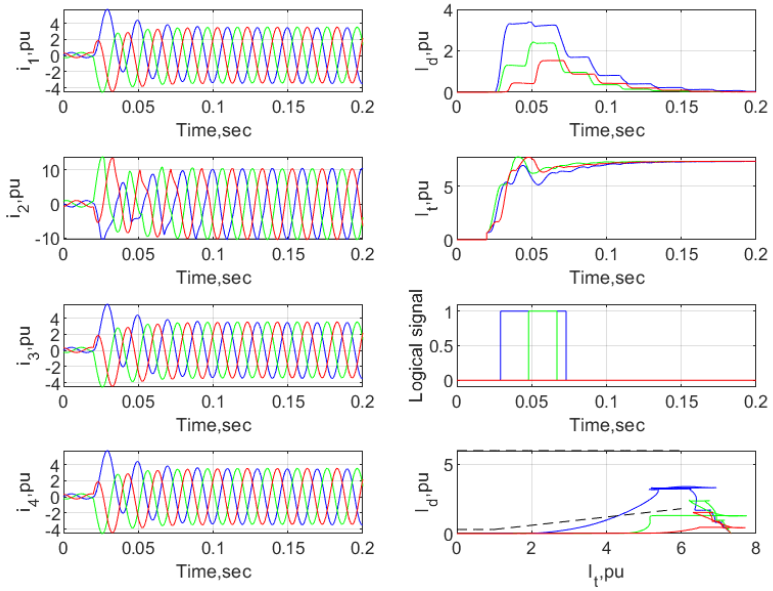


Рисунок 6. Пример некорректного срабатывания ДЗШ при внешнем КЗ – в левом столбце сверху вниз: осциллограммы трёхфазных токов в 4 плечах ДЗШ (i_1 – i_4), в правом столбце сверху вниз: графики изменения во времени трёхфазных дифференциальных токов (I_d), токов торможения (I_t), логических сигналов срабатывания защиты и зависимость токов небаланса (I_d) от токов торможения (I_t) по трём фазам

Для обеспечения правильной работы ДЗШ в режимах с насыщением ТТ предложено усовершенствование алгоритма защиты с применением блокировки от непосредственной причины возникновения тока небаланса – от апериодической составляющей тока, так как некорректные срабатывания ДЗШ появляются

преимущественно при насыщении ТТ из-за апериодической составляющей вторичного тока. После затухания апериодического тока данная блокировка разрешает действие защиты.

Также рекомендуется применение дифференциально-фазного органа (ДФО), осуществляющего сравнение токов в плечах ДЗШ по фазе [3]. Предлагаемый к применению ДФО является дополнительным критерием для различения внешнего и внутреннего КЗ. Когда угол между током наиболее мощного присоединения и суммарным током остальных присоединений меньше 90º, то это является признаком внутреннего КЗ, а когда тот же угол больше 90º – внешнего КЗ.

Предложенные усовершенствования добавлены в блок формирования дифференциального и тормозного токов, а затем в логическую схему характеристики торможения. При появлении блокирующего сигнала запрещается работа ступени с торможением. Также реализован блок замедления на возврат защиты «Off Delay» для продления сигнала защиты на отключение. Новизна данного решения состоит в совместном использовании данных принципов блокировки ДЗ, а не в виде отдельных органов.

Для проверки эффективности проведённых усовершенствований выполнен расчёт 8 режимов внутреннего КЗ при различных начальных фазах ЭДС системы и 800 режимов внешнего КЗ аналогично предыдущему этапу. Результат расчёта внутреннего КЗ с максимальным замедлением, которое составляет примерно 0,025 с от начала КЗ, показан на рисунке 7.

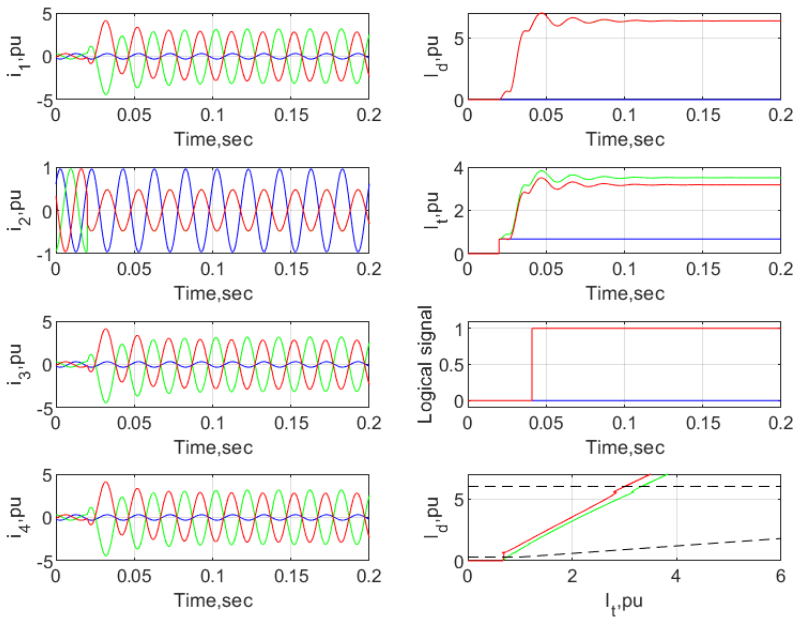


Рисунок 7. Пример корректного срабатывания ДЗШ при внутреннем КЗ – в левом столбце сверху вниз: осциллограммы трёхфазных токов в 4 плечах ДЗШ (i_1 – i_4), в правом столбце сверху вниз: графики изменения во времени трёхфазных дифференциальных токов (I_d), токов торможения (I_t), логических сигналов срабатывания защиты и зависимость дифференциальных токов от токов торможения по трём фазам

На рисунке 8 представлен результат расчёта того же режима внешнего КЗ, что приведён ранее на рисунке 6, где наблюдалась некорректная работа защиты.

Как видно по логическому сигналу на рисунке 8, излишнее срабатывание ДЗШ при внешнем КЗ устранено.

Таким образом, в данной статье разработаны модели и предложены методы, позволяющие отстроить ДЗШ от тока небаланса при внешних КЗ и повысить за счёт этого надёжность её функционирования. Проведенное исследование режимов с усовершенствованной защитой показало, что применение блокировки по апериодической составляющей тока и ДФО во всех случаях помогает избавиться от некорректных срабатываний при внешних КЗ. При этом КЗ в зоне действия отключаются с достаточной чувствительностью, а замедление не превышает 0,025 с во всех рассмотренных режимах. Рекомендуется реализовать данное усовершенствование путём изменения алгоритмов цифровых терминалов ДЗШ и применения в терминалах ДЗШ измерительных преобразователей вторичного тока для контроля апериодической составляющей.

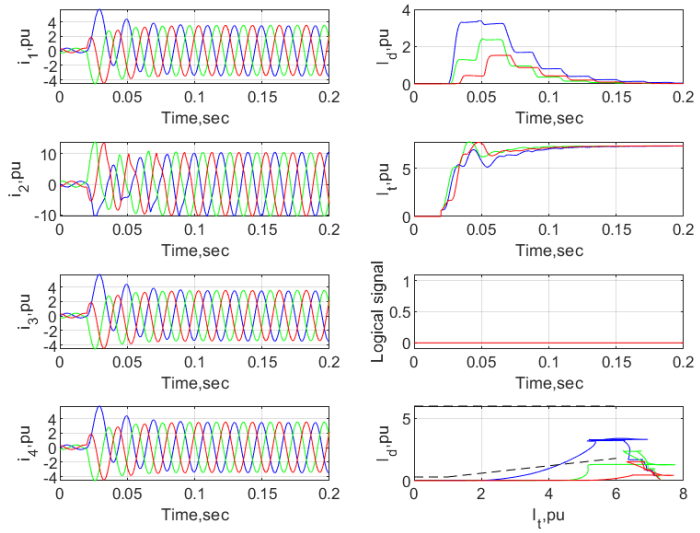


Рисунок 8. Пример корректного несрабатывания ДЗШ при внешнем КЗ – в левом столбце сверху вниз: осциллограммы трёхфазных токов в 4 плечах ДЗШ (i_1 – i_4), в правом столбце сверху вниз: графики изменения во времени трёхфазных дифференциальных токов (I_d), токов торможения (I_t), логических сигналов срабатывания защиты и зависимость токов небаланса от токов торможения по трём фазам

Литература

1. Блок микропроцессорный релейной защиты БМРЗ-ДЗШ-02. Руководство по эксплуатации. Часть 2. ДИВГ.648228.080-08.02 РЭ1. – Режим доступа: https://www.mtrele.ru/files/filedoc/releynaya-zashita/bmrz/bmrz-dzsh-02.pdf (дата обращения: 09.03.2022)4.

2. Булатов Ю.Н., Крюков А.В. Исследование кибербезопасности прогностических алгоритмов управления для установок распределенной генерации // Системы анализа и обработки данных. – 2021. – № 2(82). – С. 19-34. – DOI 10.17212/2782-2001-2021-2-19-34.2.

3. Висящев А.Н., Зайцева Н.А., Федосов Д.С. Повышение надежности работы цифровых дифференциальных защит в режимах с глубоким насыщением трансформаторов тока // Релейщик. – 2021. – № 3(41). – С. 14-19.5.

4. Кужеков С.Л., Дегтярев А.А., Дони Н.А., Шурупов А.А., Петров А.А., Костарев Л.Н., Кошельков И.А. Анализ неселективных действий дифференциальных защит сборных шин при внешних однофазных коротких замыканиях с насыщением трансформатора тока в неповрежденной фазе // Релейная защита и автоматизация. – 2019. – № 1(34). – С. 28-36.1.

5. Федосов Д.С., Тарасов И.А., Воронцов Д.В., Ворогушин Р.Р. Физико-математическое моделирование работы трансформаторов тока в переходных режимах // Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Иркутск, 21-25 апреля 2015 г.). – Иркутск: ИрГТУ, 2015. – С. 67-71.3.

ENSURING THE CORRECT OPERATION OF THE DIGITAL BUSBAR DIFFERENTIAL PROTECTION DURING EXTERNAL SHORT CIRCUITS

Ya.I. Artemyeva, R.E. Dementyev, S.A. Dodatko, A.S. Seleznev, D.S. Fedosov
FSBEI HE «INRTU»
Irkutsk, Russian Federation

Abstract. *The problem of incorrect operation of differential protection of busbars in case of external short circuits is considered. In the MATLAB Simulink environment, models have been developed for busbars with six feeders, current transformers, and digital differential protections. A study was made of the protections behavior in transient conditions of external short circuits, which confirmed the high probability of busbar protections excessive operation in case of these faults. It is proposed to improve the protections through the use of blocking by the DC component of the differential current and the use of a phase comparison principle. The effectiveness of the improvement is confirmed on the protection models.*

Keywords: *MATLAB, relay protection, busbar differential protection, current transformer.*

Об авторах

Артемьева Яна Ильинична (Иркутск, Россия) – студент (бакалавриат) кафедры электрических станций, сетей и систем, ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», e-mail: yartem102001 @gmail.com.

Дементьев Роман Евгеньевич (Иркутск, Россия) – студент (бакалавриат) кафедры электрических станций, сетей и систем, ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», e-mail: dementiev. roman2013@yandex.ru.

Додатко Софья Алексеевна (Иркутск, Россия) – студент (бакалавриат) кафедры электрических станций, сетей и систем, ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», e-mail: soffyad@list.ru

Селезнев Алексей Спартакович (Иркутск, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры электрических станций, сетей и систем, ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», e-mail: seleznevas.ru@mail.ru.

Федосов Денис Сергеевич (Иркутск, Россия) – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой электрических станций, сетей и систем, ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», e-mail: fedosov_ds@istu.edu.

УДК 621.868.238.66
М.И. Ахметов, М.Ю. Старухина, И.В. Зуб;
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЧЕСКИХ УПРАВЛЯЕМЫХ ТЕЛЕЖЕК (AGV) В КОНТЕЙНЕРНЫЕ ТЕРМИНАЛЫ

Аннотация. В мировой практике все чаще прибегают к автоматизированным системам с намерением облегчить работу человека. Прогресс не стоит на месте, и разрабатываются новые машины для обработки контейнеров. На смену тя-

гачам с полуприцепами-контейнеровозами приходит новое оборудование – автоматические управляемые платформы AGV.

Ключевые слова: техника, оборудование, машина, тележка, платформа, контейнер, порт, терминал, тягачи, AGV.

Автоматическая управляемая тележка (AGV – Automatic Guided Vehicle) – транспортер с электроприводом, который предназначенный для перемещения тяжеловесных грузов – контейнеров, внутри порта. Тележка автоматическая, а это значит, что для ее обслуживания не нужен отдельный оператор, как, например, в тягаче с прицепом. Тележки перемещаются в автономном режиме без участия человека по заданному маршруту, который строится системой RMS (Robotic Management System). AGV снабжена всеми необходимыми системами и датчиками безопасности. Транспортер может эксплуатироваться в местах большого количества скопления людей и других двигающихся AGV [4, 5]. Общий вид AGV представлен на рисунке 1.

Рисунок 1. Автоматическая управляемая тележка (AGV)

Основные направления работы:

– движение по определенно заданному маршруту, включая развилки и другие дорожные узлы;

– поддержание постоянной скорости, как с грузом, так и без него;

– остановка и продолжение передвижения, как в заранее определенных позициях, так и «по требованию» оператора;

– беспроводная связь с другими AGV или центральным терминалом для создания сети, в которой тележки могут ориентироваться относительно других тележек;

– картографирование неподвижных препятствий для проезда «в узких пространствах»;

– распознавание перемещающихся препятствий, ожидание исчезновения их и продолжение работы дальше.

Принцип работы AGV.

В качестве сравнения возьмем тягач с полуприцепом-контейнеровозом. В отличие от него AGV не требует участие человека, так как управление осуществляется с помощью специальной программы (рис. 2).

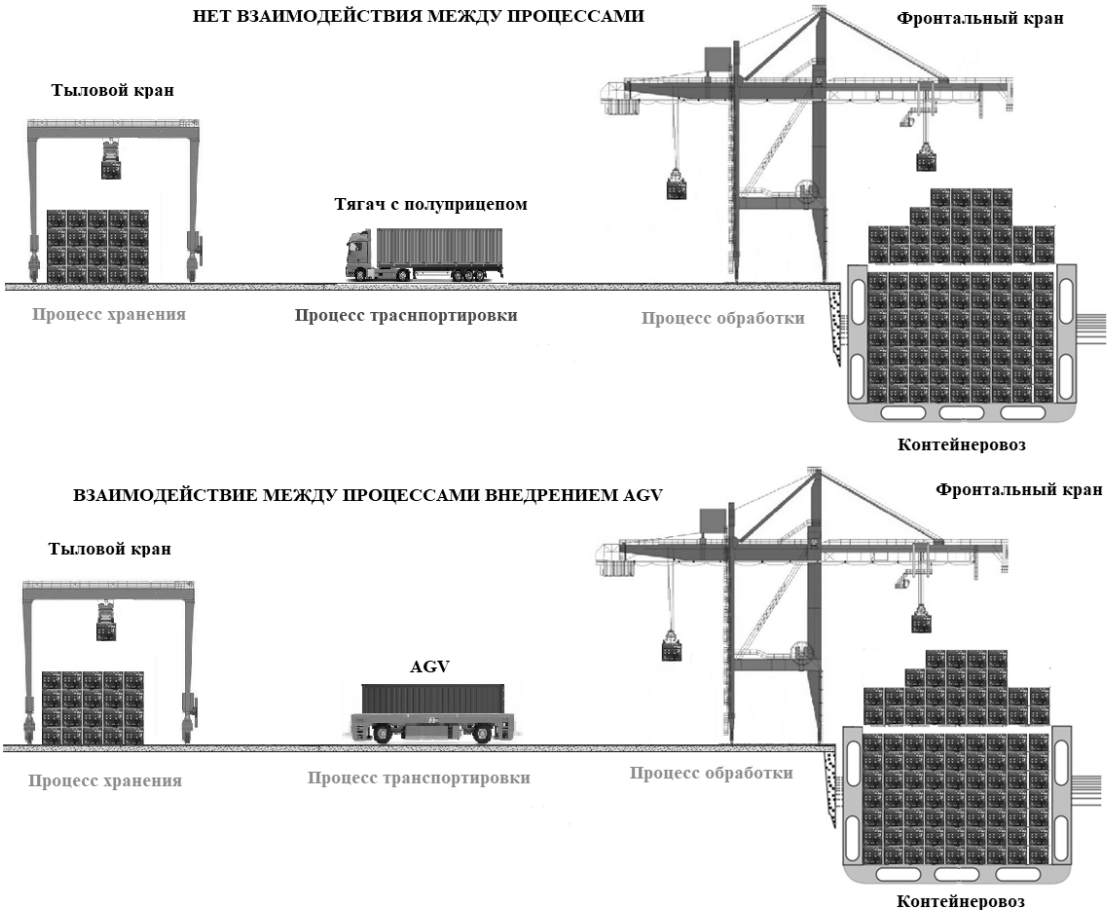


Рисунок 2. Схема принципа работы тягача и AGV

AGV следует по предварительно запланированному маршруту – к судну для принятия контейнера и перемещения его на склад или наоборот. В соответствии со стандартами безопасности внутри терминала, во время движения тележка подает светозвуковой сигнал. За безопасность во время движения тележки отвечает лазерный сканер. В случае обнаружения сканером препятствия AGV останавливается и издает звуковой сигнал. Технические характеристики представлены в таблице 1.

Таблица 1

Технические характеристики AGV

Показатель	Значение
Длина	14,8 м
Ширина	2,8 м
Высота	1,7 м
Масса тележки	25 т
Грузоподъемность	70 т
Скорость передвижения	1-2 м/с
Температура эксплуатации	-40…+50
Система управления	Цифровой контроллер
Питание	Тяговые аккумуляторные батареи

Проведем сравнение двух систем: RTG + терминальные тягачи и RTG + AGV. В случае этих двух систем штабелирование контейнеров производится с помощью пневмоколесных козловых кранов (RTG), однако транспортирование контейнеров внутри терминала в первом случае выполняется с помощью терминальных тягачей, а во втором случае с помощью автоматических транспортных платформ.

В первом случае причальный перегружатель захватывает контейнеры с судна-контейнеровоза и помещает контейнеры на терминальные тягачи, которые транспортируют контейнеры к складу, где пневмоколесные козловые краны (RTG) штабелирует контейнеры в длинные блоки. Данная система обеспечивает сравнительно высокую плотность штабелирования.

Во втором же случае схема идентична, но вместо тягачей используются AGV. Данная схема имеет ряд отличий по сравнению с первой, представленных в таблице 2. Также важно помнить, что в целях безопасной эксплуатации при автоматизации терминала необходимо соблюдать строгое разграничение между участками терминала, на которых используется автоматизированное оборудование, и участками с оборудованием, управляемым людьми.

Таблица 2

Сравнение систем

Показатель	RTG + тягачи	RTG + AVG
Плотность складирования контейнеров, TEU/га	1000	1100-1200
Инвестиционные капиталовложения	Средние	Очень высокие
Гибкость системы к изменениям	Относительно высокая	Невысокая
Необходимость наличия большого количества персонала	Есть	Нет
Наличие человеческого фактора	Присутствует	Исключен
Иные достоинства	Достаточная простота системы. Доступность	Высокая производительность. Высокая работоспособность
Иные недостатки	Высокие трудовые затраты	Необходимы высококвалифицированные рабочие кадры

Таким образом, оптимальную систему перемещения контейнеров внутри терминала необходимо выбирать с учетом характеристик, которые наиболее важны в каждом конкретном случае. Данные системы имеют свои плюсы и минусы и при выборе решений необходимо опираться на результат, который необходимо получить [3].

Принцип навигации AGV.

Существуют несколько методов навигации автоматических тележек. У каждого из методов есть свои достоинства и недостатки.

1. Навигация по магнитной ленте.

На поверхность пола наклеивается магнитная лента (не препятствующая проезду транспорта), по которой осуществляется движение. Это наиболее востребованный и дешевый метод, в качестве навигации. Преимуществом метода является возможность создания новых развилок, остановок и поворотов. Недостатком – истираемость ленты в условиях эксплуатации.

2. Навигация с помощью WiFi.

Такая система работает без меток и внешних ориентиров, вся система позиционирования базируется на WiFi. Преимуществом этого метода заключается в том, что система функционирует практически бесперебойно. Но и главным недостатком является уязвимость к средствам подавлениям сигнала – глушилкам.

Автоматическая управляемая тележка самое прогрессивное решение для складских площадок. Тележка обладает высокой маневренностью, что позволяет ей спокойно перемещаться внутри склада. Такая складская машина позволяет перемещать контейнеры в самых ограниченных пространствах. Точность позиционирования составляет не более 25 мм. Благодаря высокой маневренности AGV способна начать движение «прямо с места» [4].

Преимущества AGV:

– полностью автоматизированная, точная и быстрая работа;

– помогает оптимизировать размер автопарка благодаря более эффективному использованию мощностей;

– оптимизация затрат на персонал;

– исключение ошибок вследствие человеческого фактора;

– гибкость и мобильность системы;

– минимальные затраты в случае изменения конфигурации маршрута;

– повышение экологической эффективности [6].

Рисунок 3. Работа AGV. Порт Роттердам

Применение AGV тележек показано на рисунке 3 в порту Роттердама. Порт начал работать с 58 машинами, а в настоящее время использует парк объемом около 150 единиц [2].

Внедрение AGV в контейнерные терминалы РФ.

По итогам 2021 года грузооборот российских морских портов составил 835,2 млн тонн (рост на 1,7 % по сравнению с 2020 г.). Динамика грузооборота морских портов РФ представлена на рисунке 4. Рассматривая текущую ситуацию и опираясь на официальные сведения Ассоциации морских торговых портов, можно сделать вывод о том, что динамика объема грузооборота российских портов в последние годы показывает устойчивый рост. Экспертами прогнозируется дальнейший рост до 2030 года. Такой рост возможно обеспечить за счет влияния

различных факторов, в том числе за счет применения в морских портах различных методов автоматизации [1].

Рисунок 4. Грузооборот морских портов Российской Федерации

Анализ рынка показывает, что наблюдается рост на автоматические транспортирующие средства. На рисунке 5 показано, что за период с 2015 по 2020 год темп роста производства составил 6,2% и в конце 2020 года оценивался в более 3 млрд. $. Ожидается, что он и дальше будет расти и достигнет порядка 10 млрд. $ к концу 2026 года, а среднегодовой рост в период 2021 – 2026 будет составлять 19,9%.

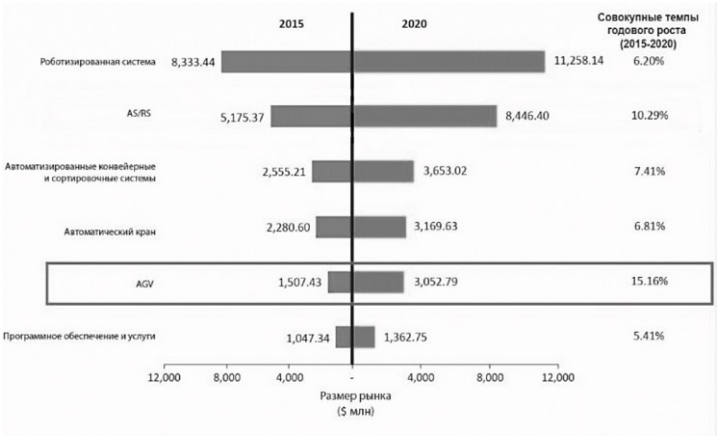


Рисунок 5. Совокупные темпы годового роста

В заключении можно отметить, что внедрение автоматических управляемых тележек (AGV) имеет смысл только при большом грузообороте контейнеров. Возможным примером для внедрения платформ в России является ЗАО «Первый контейнерный терминал». Его грузооборот составляет 1,25 млн. TEU при емкости контейнерной площадки 31,8 тыс. TEU. Дополнительным преимуществом для внедрения автоматических тележек является то, что компания уже использует системы автоматизации контейнерных терминалов: систему оперативного управления Solvo.CTMS и систему грузооборота Контерра. Это является хорошей базой для дальнейшей автоматизации терминала, которая в будущем позволит повысить не только скорость обработки контейнеров, но и мощность самих терминалов.

Литература
1. Климов А.А., Куприяновский В.П., Аленьков В.В., Анисимов К.О., Володин А.Б., Куприяновская Ю.В. Умные технологии в портах и в судоходстве, как связанные цифровые двойники берега и судна в мультимодальном окружении // 2020.
2. Кузнецов А.Л. Перспективы автоматизации контейнерных терминалов // 2010.
3. Хлебородов В. С., Корнилов С. Н. Анализ эффективности существующих систем организации контейнерных терминалов при использовании различного транспортно-грузового оборудования // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2012 - с. 238-251.
4. Lawrence Henesey, Paul Davidsson, Jan A. Persson Evaluation of Automated Guided Vehicle Systems for Container Terminals Using Multi Agent Based Simulation // 2008.
5. Roni Permana Saputra, Estiko Rijanto Automatic Guided Vehicles System and Its Coordination Control for Containers Terminal Logistics Application // 2012.
6. Toyota Industries' Container Transport AGV System Contributing to Evolution of Port Logistics // 2013 – P. 16-20.

IMPLEMENTATION OF AUTOMATED GUIDED VECHICLES (AGV) IN CONTAINER TERMINALS

M.I. Akhmetov, M.Yu. Starukhina, I.V. Zub
FSFBEI HE «Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping»
Saint Petersburg, Russian Federation

Abstract. *In world practice, more and more often resort to automated systems with the intention of making human work easier. Progress evolves, new machines for handling containers are being developed. Trucks with container semitrailers are being replaced by new equipment – AGV automated controlled vehicle.*

Keywords*: machinery, equipment, machine, trolley, platform, container, port, terminal, trucks, AGV.*

Об авторах

Ахметов Максим Игоревич (Санкт-Петербург, Россия) – студент (бакалавриат), кафедры технологии эксплуатации и автоматизации работы портов, ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова», e-mail: ahmetov.max483@gmail.com

Старухина Маргарита Юрьевна (Санкт-Петербург, Россия) – студент (бакалавриат), кафедры технологии эксплуатации и автоматизации работы портов, ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова», e-mail: rita.staruhina@mail.ru

Зуб Игорь Васильевич (Санкт-Петербург, Россия) – кандидат технических наук, кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Технологии эксплуатации и автоматизации работы портов», ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова», e-mail: zubiv@gumrf.ru

УДК 620.91

С.В. Балчугов, Е.А. Чабанов;
ФГАОУ ВО «ПНИПУ»,
Пермь, Российская Федерация

ТЕРМОЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРЫ НА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ

Аннотация. В связи с нарастающей в мире экологической проблемой в этой статье поставлен вопрос о наличии в распоряжении человечества достаточно мощных, эффективных и безопасных тепловых генераторов энергии. Они являются одной из основных причин обострения экологической проблемы и одним из

способов её решения. Анализ конструкции рассматриваемых тепловых генераторов показал, что для массового применения водородных термоэлектрогенераторов сначала необходимо разработать более эффективный способ выработки водорода. Радиоизотопные генераторы – мощные и эффективные, но крайне аварийноопасны. Геотермальные генераторы – мощные, не требуют топлива, но применимы только в определённой местности. Генераторы на элементах Зеебека – удобные, компактные и достаточно мощные относительно своего размера, однако малоэффективные, когда речь идёт об обеспечении электроэнергией большого здания.

Ключевые слова: термоэлектрогенератор, альтернативный источник энергии, атомная электростанция, тепловая электростанция, геотермальная электростанция, температурная электростанция.

Введение

Двадцать первый век – век прогресса и невиданных технологий, время, когда всё новые и новые технологии приходят в свет и входят в обиход простой, обыденной жизни. Однако в погоне за прогрессом и новыми всё более продвинутыми технологиями забывают обратить внимание на одну из главных проблем, не решение которой поставит существование рода человеческого под вопрос. А именно – загрязнение окружающей среды и все сопровождающие её осложнения. Поэтому предметом рассмотрения данной статьи являются термоэлектрогенераторы, как одна из причин обострения экологической проблемы [3] и один из способов её облегчения [6].

В статье рассматриваются некоторые термоэлектрогенераторы, использующие альтернативные источники энергии в качестве топлива или движущей силы.

Термоэлектрогенератор — это техническое устройство (электрический генератор), предназначенное для преобразования тепловой энергии в электрическую.

Альтернативные источники энергии – это экологически чистые, возобновляемые ресурсы, при использовании которых, человек получает электрическую и тепловую энергию, используемую далее для своих нужд.

Виды термоэлектрогенераторов

Термоэлектрогенераторов очень большое множество (топливные, радиоизотопные, градиентные и др.). Все они друг от друга отличаются как источниками тепловой энергии, так и способами их применения. Но в основе каждого из них всегда лежат похожие принципы действий [6].

Все термоэлектрогенераторы условно можно разделить на два вида:

1. Механические, которые преобразовывают тепловую энергию в механическую и уже при помощи нее получают электрическую.

2. Температурные, которые напрямую преобразовывают тепловую энергию в электрическую за счёт перепадов температур и особых свойств некоторых материалов.

Механические термоэлектрогенераторы

Это классические установки по преобразованию тепловой энергии в электрическую. Принцип их действия прост: тепловая энергия, полученная, например, сжиганием топлива (нефть, природный газ, торф, древесина и пр.), преобразовывается в механическую (метод преобразования зависит от топлива) и приводит в движение электрогенератор.

Топливные

Анализ строения водородных генераторов показал, что в основе своей водородные генераторы ничем не отличаются от других топливных генераторов, плюсами являются только чистота отходных продуктов и неисчерпаемость водорода. Но на сегодня есть только два актуальных способа добычи водорода пиролиз и электролиз, но они недостаточно эффективны [6].

Многообещающая технология, которая, при должном применении, поможет человечеству выйти на новый уровень технического развития, но пока что являющаяся только мечтой не имеющей должного применения на практике.

Радиоизотопные

Атомная электростанция – мощный и эффективный (с точки зрения затрат топлива) источник электрической энергии [4, 2]. Но необходимо так же учитывать и опасность аварийной ситуации, которая может повлечь за собой серьёзные экологические последствия примером чего и стали АЭС Чернобыля или Фукусима-1.

Подводя итоги можно заключить, что радиоизотопный термоэлектрогенератор весьма перспективный источник энергии с высокой мощностью и относительно низкими затратами топлива, но требующий высоких мер безопасности, т.к. в случае аварии может привести к тяжёлым экологическим и экономическим последствиям.

Геотермальные

Геотермальная электростанция – это электростанция, которая вырабатывает электрическую энергию из тепловой энергии подземных источников [5].

В основе её действуют всё те же принципы, однако немного по-другому. Геотермальная электростанция для своей работы использует геотермальные источники, но не как топливо или нагревательный элемент, а как движущую силу.

Преимуществами геотермальных электростанций являются их достаточно высокая мощность, отсутствие необходимости в топливе и при этом относительная экологическая чистота. Из недостатков, только то, что она привязана к определённой местности и её условиям, что не позволяет, применят ГеоТЭС повсеместно.

Температурные термоэлектрогенераторы

Среди температурных термоэлектрогенераторов особо большой разницы нет. Все зависит только от места их применения, поэтому целесообразно рассмотреть не отдельные подгонки системы под окружающую среду, а стандартную систему и принцип работы в целом. В основе всех температурных термоэлектрогенераторов лежат элементы Зеебека, которые и осуществляют выработку электроэнергии за счет перепадов температуры [1].

Термогенераторы на элементах Зеебека очень сложны в производстве, т.к. любое малейшее отклонение в конструкции может значительно снизить производительность, а мощность ограничена их же размерами и условиями окружающей среды, поэтому они являются неплохими относительно малотоковыми источниками энергии, но в масштабах питания большого здания они будут малоэффективны.

Заключение

Топливные термоэлектрогенераторы (на основе водорода) – неприменимы пока не будет разработан способ более эффективной добычи водорода.

Радиоизотопные термоэлектрогенераторы – мощные и эффективные, однако крайне опасные.

Геотермальные – достаточно мощные, не требуют топлива. Но работают только в определённых природных условиях, что сильно ограничивает его область применения.

Температурные (генераторы на элементах Зеебека) – удобные, компактные и достаточно мощные относительно своего размера, однако малоэффективны.

Анализируя всё вышесказанное, можно сделать вывод, что пока нет достаточно мощного, эффективного и при этом безопасного термоэлектрогенератора, который позволил бы обеспечивать города электроэнергией и при этом не беспокоиться за будущее.

Литература

1. Геотермальные электростанции [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://manbw.ru/analitycs/geothermal_power_stations_ plant.html. (Дата обращения: 31.03.2022)

2. Изотопные мини-генераторы. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://zen.yandex.ru/novate.ru (Дата обращения: 31.03.2022)

3. Лисовский Г. Что такое РИТЭГ и почему его следует бояться? [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://lastday.club/chto-takoe-riteg-i-pochemu-ego-sleduet-boyatsya/. (Дата обращения: 31.03.2022)

4. Радиоизотопные термоэлектрические генераторы. Почему они никогда не будут доступны для частного использования. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://zen.yandex.ru/media/samstroy24/radioizotopnye-termoelektricheskie-generatory-pochemu-oni-nikogda-ne-budut-dostupny-dlia-chastnogo-ispolzovaniia-5fd5a12e64f2df1897df7059 (Дата обращения: 31.03.2022)

5. Термоэлектрический источник электроэнергии, основанный на эффекте Зеебека. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://pandia.ru/text/80/582/15806.php (Дата обращения: 31.03.2022)

6. Шостаковский П. Термоэлектрические источники альтернативного электропитания [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://kit-e.ru/powersource/termoelektricheskie-istochniki-alternativnogo-elektropitaniya/ (Дата обращения: 31.03.2022)

7.

THERMOELECTRIC GENERATORS ON ALTERNATIVE ENERGY SOURCES

S.V. Balchugov, E.A. Chabanov
FSAEI HE «PNRPU»
Perm, Russian Federation

Abstract. *In connection with the growing environmental problem in the world, this article raises the question of the availability of sufficiently powerful, efficient and safe thermal energy generators at the disposal of mankind. They are one of the main reasons for the aggravation of the environmental problem and one of the ways to solve it. An analysis of the design of the thermal generators under consideration showed that for the mass application of hydrogen thermoelectric generators, it is first necessary to develop a more efficient method for generating hydrogen. Radioisotope generators are powerful and efficient, but extremely dangerous. Geothermal generators are powerful, do not require fuel, but are applicable only in certain areas. Seebeck cell generators are handy, compact and powerful enough for their size, but inefficient when it comes to powering a large building.*

Key words: *thermoelectric generator, alternative energy source, nuclear power plant, thermal power plant, geothermal power plant, temperature power plant.*

Об авторах

Балчугов Святослав Васильевич (Пермь, Россия) – студент (бакалавр) кафедры «Электротехника и электромеханика», ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», e-mail: vasilevslavaa5 @gmail.com.

Чабанов Евгений Александрович (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Электротехника и электромеханика», ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», e-mail: ceapb@mail.ru.

УДК 65.011.56
А.В. Винокуров, Г.А. Гук;
ФГБОУ ВО «МГТУ»,
Майкоп, Российская Федерация

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАБОТЕ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА: СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ

Аннотация. В работе проводится анализ организации работы пассажирского транспорта на базе цифровых технологий. Подчёркивается актуальность использования интеллектуальных систем и цифровых технологий в развитии общественного пассажирского транспорта в городах. Приводятся мнения о дальнейшей реализации стратегических задач цифровизации городского пассажирского транспорта.

Ключевые слова: город, пассажирский транспорт, цифровизация, интеллектуальные системы, транспортная отрасль.

Ускоренное развитие интеллектуальных систем и технологий не обошло важную сферу экономики – транспорт, повлияв на формат организации транспортных услуг и управление перевозочным процессом. Совсем недавно, внедрение информационных технологий и интеллектуальных систем в процесс управления транспортом и логистикой стало высокотехнологичным решением отраслевых проблем, послужило этапом формирования нового эффективного пути реализации задач транспортной стратегии. Стремительный рост городского населения и количества транспортных средств в начале 21 века создали условия для повышенного спроса на услуги транспорта, увеличив нагрузку на улично-дорожную сеть. Проекты по внедрению интеллектуальных транспортных систем (ИТС), телематических систем, автоматизированных средств мониторинга транспорта и дорожного контроля, беспилотных транспортных средств оказались перспективными направлениями развития транспортной и дорожной отрасли. Внедрение новых современных систем управления транспортом (пассажирским, грузовым) и дорожным движением в городах России проходит поэтапно, с разной степенью их активности, на что обратили внимание коллектив авторов [1] «это зависит от величины города, степени развития транспортной системы и уровня автомобилизации данного города».

Вслед за информатизацией, а затем интеллектуализацией транспортной отрасли, стремительно в нашу жизнь вошло явление «цифровизация» – довольно

новое, перспективное и обещающее больших положительных результатов. Цифровизация, обозначенная в Программе развития цифровой экономики России до 2035 года, как перспективное и стратегическое направление социально-экономического развития нашей страны, стала инновационной платформой дальнейшего развития отраслей экономики, в том числе и сферы транспорта. Спрос в области транспорта и логистики на ведущие цифровые технологии определил современное их развитие и реализацию через разработку Стратегии цифровой трансформации транспортной отрасли Российской Федерации, включающей комплекс проектных транспортных решений и стратегических инициатив. В цифровую «гонку» включены все участники отрасли транспорта: перевозчики, транспортно-логистические компании, производители продукции и потребители транспортных услуг. Цифровизация транспортной отрасли только набирает обороты, заняла лидирующие позиции в создании «умных» сред, новых бизнес-моделей развития транспортных кампаний. Случившаяся в 2020 году пандемия дала импульс дальнейшему развитию и использованию цифровых технологий во всех отраслях экономики, в том числе и на транспорте.

Одним из ключевых направлений цифровой трансформации отрасли транспорта является наземный пассажирский городской транспорт, цифровому описанию подлежат все его составляющие элементы. Для большинства городов актуальна проблема планирования и организации работы общественного транспорта, оптимизации маршрутной сети, система мониторинга пассажиропотока, загруженность и наполнение салонов транспорта, система диспетчеризации и оплаты проезда.

Вопросы активного внедрения интеллектуальных и цифровых технологий в организацию работы пассажирского транспорта и управление транспортно-логистическими услугами заслуживают особого внимания со стороны отечественных и зарубежных исследователей, вызывают большой интерес бизнес-представителей и научного сообщества. Цифровизация в области транспорта и логистики перевозок становится ключевым фактором производства и привлекательна для бизнеса. Как отмечается «цифровые лидеры обладают значительными преимуществами, благодаря которым они всё более ускоряют темпы своего развития, будучи более привлекательными для инвесторов и квалифицированных специалистов» [4]. Есть и другое предположение о роли цифровых технологий в развитии автотранспортного бизнеса: «Цифровая экономика автотранспортного бизнеса предусматривает системную интеграцию интеллектуальных коммуникационных технологий между субъектами рынка автотранспортных услуг, транспортными ресурсами, системой управления инфраструктурой, формирование сквозных цифровых технологий организации перевозочного процесса [3].

Эксперты «Датапакс» видят будущее цифровизации общественного транспорта во внедрении комплексных систем управления общественным транспортом и пассажирской мобильностью, важным компонентом которых считают цифровые сервисы в виде мобильного приложения. По словам Максима Исаева, заместителя генерального директора «Датапакс», «ключевым фактором достижения этих целей является масштабное внедрение цифровых инструментов MaaS, делающих городской транспорт более гибким, удобным, предсказуемым и ориентированным на потребности пассажира» [2].

Цифровой сервис становится решением вопросов эффективной организации перевозок пассажиров, планирования деятельности транспортных компаний, рационального использования пассажирского транспорта, повышения дорожной, транспортной и экологической безопасности и многих других важных аспектов развития отрасли транспорта. В сфере автомобильного транспорта под влиянием цифровых ресурсов меняется структура документооборота путём перевода транспортной документации в цифровой формат. В системе городского пассажирского транспорта больших городов уже используются новейшие передовые системы, доказавшие эффективность и рациональность их применения:

– система мониторинга транспорта (ГЛОНАСС);

– система обеспечения транспортной безопасности на городском общественном транспорте (видеонаблюдение);

– автоматизированная система подсчёта пассажиропотока (датчики движения, современные цифровые валидаторы);

– безналичная система оплаты проезда;

– информирование пассажиров о транспорте, поездке, маршруте движения (информационное табло, «умная» остановка, «умный» автобус);

– интернет – ресурсы в салоне пассажирского транспорта.

Развитие интеллектуальных систем и цифровых технологий сделали городской пассажирский транспорт современным, доступным, удобным и привлекательным для населения. Ресурсное информационное оснащение подвижного состава для городских перевозок направлено на своевременность получения оперативной информации о работе пассажирского транспорта, на безопасность транспортного процесса, усиление контроля пассажирских перевозок. У пассажиров появилась возможность планировать поездку, удобно производить её оплату и получать информацию о ней в режиме реального времени с помощью сервиса цифровой мобильности. Однако не во всех городах страны применяется полный комплекс интеллектуальных систем и цифровых сервисов в работе общественного транспорта. В этом и заключается разобщённость и разрозненность применяемых сегодня информационных технологий в данной сфере. Городская транспортная система многих регионов не готова принять вызов по решению задач цифровизации отрасли, в таком виде какая сейчас она есть. Необходима предварительная и тщательная подготовка транспортной инфраструктуры, оснащение производственных фондов автотранспортных кампаний современными, отвечающими требованиям безопасности, экологичности и экономичности, транспортными средствами. Полная (не частичная) цифровизация пассажирского транспорта в городах России возможна на платформе технического и технологического совершенства автотранспортных средств, развитой транспортной инфраструктуры, соответствующего качества предоставления услуг по перевозке пассажиров – это те проблемы, которые сегодня волнуют органов власти небольших по численности городов, перевозчиков автомобильного транспорта и городское население.

Таким образом, целью цифровизации системы городского пассажирского транспорта в регионах является:

– повышение имиджа общественного транспорта, его популярность и предпочтение;

– улучшение качества обслуживания и защита пассажиров, обеспечение

удобства, комфорта, безопасности;

– повышение транспортной подвижности и мобильности граждан;

– снижение временных затрат на поездку;

– управление перевозками и учёт транспортной работы;

– оптимизация транспортных процессов перевозок пассажиров путём электронного сервиса и использования высокоинтеллектуальных транспортных средств;

– сервис-коммуникации по развитию обратной связи с пассажирами (личный кабинет пассажира, обращение пассажиров по вопросам транспортного обслуживания на общественном транспорте)

– создание «умного» комплекса городского пассажирского транспорта с возможностью выбора для пассажиров маршрута, транспортного средства по качественным показателям.

За цифровыми технологиями стоит будущее развития такой важной сферы услуг – транспорта. Ведь не просто, главной задачей транспортной стратегии России является создание единого транспортного пространства, безопасности перевозки, улучшение доступности транспорта для пассажиров.

Литература

1. Ахунова И.Б., Уджуху А.З., Гук Г.А. Элементы интеллектуальных транспортных систем в функционировании транспортно-дорожного комплекса малых городов. // Бюллетень транспортной информации. 2018. №10 (280) - с. 29-32.

2. Как будет развиваться цифровизация общественного транспорта [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://transport.plusworld.ru/novosti/kak-budet-razvivatsya-tsifrovizatsiya-obshchestvennogo-transporta-2 (Дата обращения: 03.03.2022)

3. Матанцева О.Ю., Хмельницкий А.Д. Научно-прикладные аспекты стратегии информатизации управления в сфере пассажирского и грузового автотранспортного бизнеса // Россия: тенденции и перспективы развития. – 2018. – № 13 -2. – с. 494–500.

4. Медникова О.В., Матвиевская Т.Б. Цифровая трансформация в сфере транспорта и логистики// Вестник Академии знаний. – 2021. - №4 (45). С. 204-210.

INTELLIGENT AND DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE WORK OF URBAN PASSENGER TRANSPORT: MODERN CHALLENGES

A.V. Vinokurov, G.A. Guk
FSFBEI HE «MGTU»
Maykop, Russian Federation

Abstract. *The paper analyzes the organization of the work of passenger transport based on digital technologies. The relevance of the use of intelligent systems and digital technologies in the development of public passenger transport in cities is emphasized. Opinions are given on the further implementation of the strategic tasks of digitalization of urban passenger transport.*

Keywords: *city, passenger transport, digitalization, intelligent systems, transport industry.*

Об авторах

Винокуров Артур Вадимович (Майкоп, Россия) – студент (магистратура) кафедры автомобильного транспорта, ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», e-mail: kanbti@mail.ru.

Гук Галина Александровна (Майкоп, Россия) – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Автомобильный транспорт», ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», e-mail: Guck.galina@yandex.ru.

УДК 629.05
А.А. Волков;
Каспийский институт морского и речного транспорта
им. ген.-адм. Ф. М. Апраксина - филиал ФГБОУ ВО «ВГУВТ»,
Астрахань, Российская Федерация

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ДОВЕРИЯ К ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЕ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМОГО ОТКЛОНЕНИЯ ОТ КУРСА ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ПЕРЕХОДА В ЭКНИС

Аннотация. Технологический прорыв, который электронная система отображения карт и информации (ЭКНИС) привнесла в современную навигацию, позволяет повысить безопасность судоходства. Допустимое отклонение от курса является параметром безопасности ЭКНИС, устанавливаемым оператором на судне, который повышает автоматизацию решения навигационных задач и ведет к снижению рабочей нагрузки на судоводителей. В данной работе рассмотрено определение факторов, влияющих на величину допустимого отклонения от курса, с учетом надежности электронной карты. Достоверность данных, представленных на электронной карте зависит от качества данных съемки и промеров, которые во многих случаях являются устаревшими и ненадежными. В работе исследован метод определения допустимого отклонения от курса для судна смешанного «река-море» плавания.

Ключевые слова: планирование перехода, параметры безопасности судоходства, навигация, электронные навигационные карты, ЭКНИС.

Ощутимое развитие электронных картографических систем началось почти четыре десятилетия назад. В 1980-х годах Международная гидрографическая организация (МГО) создала Комитет по обмену цифровыми данными, который заложил основу будущих электронных картографических систем, позволив тем самым начать длительный процесс оцифровки МНК. Одной из важных дат стало 1 июля 2012 года, ознаменовавшее начало переходного периода и время, когда система ЭКНИС была официально признана системой, отвечающей требованиям перевозки карт. Переходный период длился шесть лет подряд, после чего он стал обязательным навигационным пособием для большинства судов Международной конвенции по охране человеческой жизни на море (СОЛАС) [13]

Что касается внедрения системы и ее принятия в качестве единственного навигационного средства, то мнения штурманов расходятся. Хотя обязательное внедрение ЭКНИС закончилось в 2018 году, некоторые судоводители по-прежнему отдают предпочтение МНК, указывая на их преимущества перед навигацией по ЭКНИС.

На волне глобальной цифровизации морского судоходства традиционные навигационные средства и роль МНК по-прежнему играют важную роль. Причины сохранения МНК включают обратную связь судоводителей как заинтересованных сторон. Точки зрения и взгляды различаются в зависимости от опыта, ранга и взаимодействия штурмана с системой [4].

Внедрение ЭКНИС на борту судов привело к изменениям в навигационных процедурах, которые особенно повлияли на рутину штурмана в отношении подготовки и выполнения рейса. Подготовка и выполнение рейса имеют жизненно важ-

ное значение для обеспечения безопасности человеческой жизни на море, безопасности мореплавания и предотвращения загрязнения окружающей среды]. В результате вышеупомянутых изменений все еще существуют некоторые проблемы, которые могут представлять угрозу для безопасности судоходства, включая надлежащее обращение с системой ЭКНИС. Новые инструменты требуют дополнительного уровня знаний и понимания [1, 2].

Анализ и сравнение практик различных судоходных компаний в отношении допустимого отклонения от курса подтверждает то, что, судоходные компании зачастую не имеют такой практики, поэтому штурману приходится определять параметры безопасности по субъективному мнению [15].

Конвенция СОЛАС требует установки одной системы ЭКНИС на борту судов, совершающих международные рейсы, за исключением грузовых судов, не являющихся танкерами, валовой вместимостью менее 10 000 тонн, и танкеров валовой вместимостью менее 3 000 тонн построенных до 1 июля 2013 года. [13].

Преимущества навигации ЭКНИС по сравнению с традиционными средствами можно суммировать как сокращение рабочей нагрузки; автоматизация задач; и, как заявила Международная морская организация, использование системы, способствующее безопасности судоходства.

В отличие от преимуществ, система рассматривалась как неавтономная, все еще зависящая от внешних факторов, таких как датчики и гидрографические данные, и склонная к сбоям, неисправностям. Надлежащее образование и отсутствие знаний были также признаны недостатками.

Для того чтобы ЭКНИС была принята в качестве системы, отвечающей требованиям, должны быть выполнены следующие условия:

– система должна быть утверждена по типу.

– необходимо использовать современные электронные навигационные карты (ЭНК);

– системное программное обеспечение должно поддерживаться и быть совместимым с последними стандартами Международного гидрографического общества (МГО);

– система должна иметь адекватные и независимые механизмы резервного копирования [5, 6, 7, 12, 14].

Ранее проведенные опросы и результаты исследований по обоснованию системы указали на потенциальные проблемы на различных уровнях, как правило, связанные с системой, установкой, обслуживанием, позиционированием, управлением, навигацией, недостаточными знаниями оператора, производством ЭНК, отображаемыми символами диаграмм без их особенностей и т.д. [4].

Для обеспечения навигационной безопасности судоводитель должен быть осведомлен об ограничениях системы и всегда должен перепроверять отображаемую информацию в ЭКНИС с доступными и подходящими источниками. Кроме того, отсутствие стандартизации настроек системы, дисплея, функций и терминологии среди различных производителей систем оказало негативное влияние на безопасность судоходства [3].

Чтобы подготовиться к будущему, некоторые важные вопросы по этому были представлены МГО и гидрографическим управлениям [8]. Некоторые гид-

рографические общества уже объявили о прекращении производства традиционных МНК и о внедрении онлайн – приложения, которое предоставит пользователям возможность создавать свои собственные, изготовленные на заказ карты [4].

Гидрографические управления рассматривали вопрос о том, следует ли сократить или вообще прекратить печатание МНК. Как следствие, даже для резервных механизмов ЭКНИС мир не будет полностью покрыт МНК. Что касается мирового охвата ЭНК и их особенностей, качество данных ЭНК может варьироваться, учитывая, что источник съемок в основном такой же, как и на МНК. Примерно 75% судоходных вод покрыты ЭНК, где морякам необходимо проявлять высокую степень осторожности из-за возможного существования не нанесенных на карту опасностей для судоходства [8, 10, 16].

Настройка параметров безопасности не является новинкой в долгой истории навигации. Современная навигация, частью которой является ЭКНИС, включает в себя большое количество заранее заданных параметров безопасности. Эти параметры, как правило, повышают безопасность навигации и автоматизируют решение некоторых задач. Несколько авторов утверждают, что правильное использование ЭКНИС может быть достигнуто только в том случае, если конечный пользователь понимает настройки безопасности и сигналы тревоги, а также правильно интерпретирует информацию на дисплее ЭКНИС [15]. Большое значение для безопасности навигации имеют настройки безопасности, которые устанавливаются самим пользователем. Эти настройки должны быть определены для каждого судна и включают в себя контур безопасности, глубину безопасности, мелководный контур, глубоководный контур, и допустимое отклонение от курса [18].

Настройка допустимого отклонения от курса (ДОК) является частью основных настроек планирования перехода судоводителем в системе ЭКНИС. Он оказывает существенное влияние на безопасность судоходства, поскольку определяет безопасное расстояние между судном и потенциальными опасностями. Допустимое отклонение от курса (ДОК) – полоса заданной ширины вдоль линии между данной точкой и следующей. Допустимое отклонение – это аналог точности следования по маршруту. Оно используется для обеспечения навигационной безопасности вдоль линии курса. Всегда выражено в милях, в каждую сторону от линии курса. Кроме того, важно найти правильное значение, которое будет учитывать все значимые факторы. Относительные значения неприемлемы для безопасного судовождения, поэтому параметр «допустимое отклонение от курса» должен быть точным. Точность карт является одним из наиболее важных факторов, влияющих на безопасность судоходства.

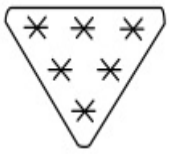
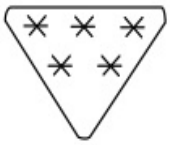
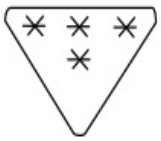
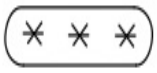
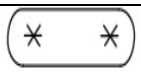
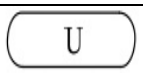
Навигационные карты содержат смесь данных различных съемок и промеров на протяжении многих лет различными методами, которые соединены в единую карту. Детали и интерпретация качества данных варьировались между гидрографическими ведомствами, поэтому Международная гидрографическая организация (МГО) разработала новую международную систему-систему зон доверия (СЗД), которая будет использоваться всеми странами в рамках электронных навигационных карт S-57 [9].

Сегодня электронные навигационные карты используют систему зон доверия для обозначения качества и достоверности промеров и съемки [11]. Качество съемки основано на типичных характеристиках вместе с используемой техникой

зондирования. Система СЗД состоит из шести категорий, начиная с наиболее надежных и заканчивая необработанными, графически представленными на электронной навигационной карте с соответствующим обозначением. Эти категории СЗД представлены в таблице 1 вместе с графическим представлением на ЭНК, точность положения и типичные характеристики съемки.

Таблица 1

Точность позиционирования в пределах категорий СЗД [9]

СЗД	Графическое представление на ЭНК	Точность позиционирования	Точность определения глубины	Характеристики обследования
A1		± 5 м	0,5 м + 1%	Контролируемое систематическое обследование высокое положение и точность глубины достигается с помощью Дифференциальной Глобальной системой позиционирования (DGPS) или минимум трех высококачественных линий положения (ЛП) и многолучевого эхолота, канальная или механическая система развертки
A2		± 20 м	1,0 м + 2%	Контролируемое систематическое обследование достижения позиции и точность глубины меньше, чем СЗД A1, и с использованием современного обзорного эхолота и гидролокатора или механическая система развертки
B		± 50 м	1,0 м + 2%	Контролируемое систематическое обследование достижения позиции меньше, чем СЗД A2, с использованием современного обзорного эхолота, но без гидролокатора или механическая система развертки
C		± 500 м	2,0 м + 5%	Опрос с низкой точностью или данные, собранные на возможная основа, такая как зондирование прохода.
D		Хуже, чем СЗД категории «С»		Недостаточные данные о качестве или данные, которые не могут быть оценены по качеству из-за отсутствия информации.
U		Необработанные – Качество батиметрических данных еще предстоит оценить		

Точность определения местоположения таких навигационных опасностей, как рифы, мелководье и т.д., зависит от категории СЗД. Это означает, что подводные опасности могут быть ближе к планированию маршрута судна, чем мы предполагаем. Судоводители должны учитывать, что данные на картах иногда ненадежны.

Существует риск того, что значительные особенности морского дна представляют опасность для безопасности судоходства (скалы, коралловые рифы, за-

тонувшие корабли, затопленные препятствия) не были идентифицированы и не фигурируют на карте. Те объекты, присутствующие на карте, имеют горизонтальную точность ± 50 метров и точность глубины не менее ± 1 метра. Поэтому при планировании маршрута в районах СЗД категории В штурман должен учитывать, что изолированные опасности и мелководные участки могут находиться на расстоянии до 50 метров их положение на карте; и по крайней мере на 1 метр мелководнее, чем их глубина на карте.

Иллюстрация такой неопределенности приведена на рисунке 1.

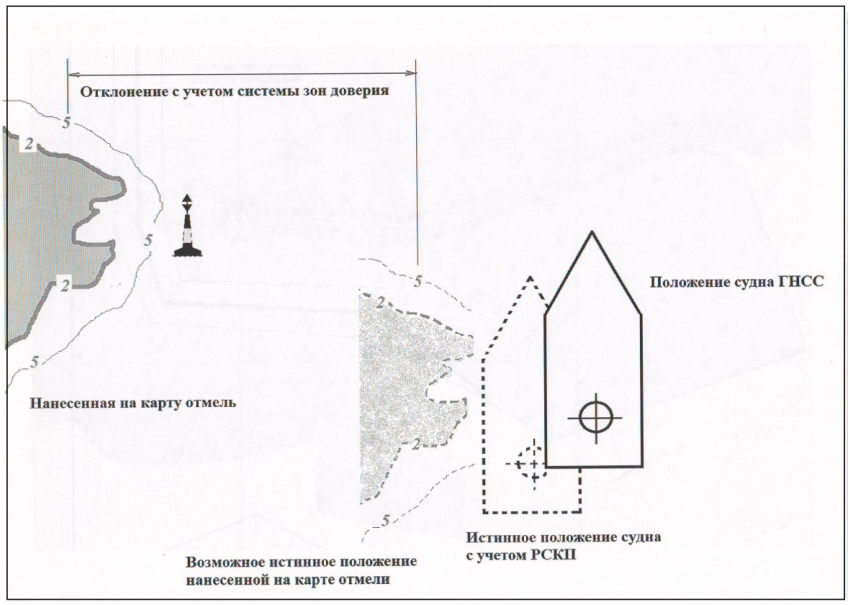


Рисунок 1. Результат неопределенности позиционирования
с учетом категории системы зон доверия

В настоящее время обширная часть прибрежных вод все еще остается недостаточно изученной. Анализ 14 миллионов квадратных километров прибрежной зоны ЭНК приведен в таблице 2.

Таблица 2

Распространение категорий СЗД в прибрежных районах ЭНК [9]

Категория СЗД	Процент площади прибрежных районов мирового океана	Степень уверенности
A1	0,7 %	Отлично
A2	1,0 %	Отлично
B	30,5 %	Хорошо
C	21,8 %	Средняя
D	20,5 %	Низкая
U	25,4 %	Низкая

Тревожным фактом является то, что 45,9% мировых прибрежных ЭНК имеют низкую степень достоверности батиметрических данных, а менее 2% прибрежных вод имеют очень хороший уровень достоверности. Ситуация за пределами прибрежных вод еще хуже, так как большинство океанских вод имеют категории СЗД – C, D или U [11]. Кроме того, почти все электронные навигационные карты снабжены графическим изображением неопределенности используемых картографических данных [17].

Между тем, на частоту гидрографических съемок в основном влияют финансовые средства правительства прибрежного государства, обусловленные сложными и дорогостоящими процедурами [15] Несмотря на значительное протяжение побережья, частота съемок также очень важна в районе, где морское дно постоянно меняется.

Детальные знания батиметрии приобретают все большее значение для обеспечения безопасности судоходства, учитывая постоянно уменьшающиеся пределы безопасности как для надводных, так и для подводных операций [15]. Кроме того, важность данных системы зон доверия для определения величины допустимого отклонения от курса признается и другими источниками [9].

Штурман должен проверять качество батиметрических данных с помощью категорий СЗД, чтобы определить безопасное расстояние от навигационных опасностей Допустимое отклонение от курса каждого участка во время рейса может быть скорректирован с учетом навигационных зон от открытого моря до замкнутых вод. Судоводитель также должен учитывать другие факторы, чтобы планировать наихудший сценарий.

Навигационный процесс можно разделить на четыре составляющие: оценка, детальное планирование рейса, выполнение плана рейса и мониторинг судна в плане реализации. В процессе планирования рейса навигатор выбирает наилучший маршрут, проверяя ограничения судна на соответствие ограничениям маршрута или опасностям [15].

Навигационные опасности внутри коридора безопасности, ограниченного полосой допустимого отклонения от курса (ДОК), будут автоматически обнаруживаться в процессе проверки маршрута. Этот процесс является заключительной частью процесса планирования прохождения. Система ЭКНИС позволяет оператору легко вводить значение ДОК для каждого участка маршрута во время планирования прохождения. Кроме того, можно несимметрично регулировать значение отклонения, то есть с левого и правого борта ДОК может быть различным. План рейса устанавливается с различными значениями определения ДОК для каждого этапа.

Валидация маршрута – это заключительная часть процесса планирования перехода. Опасности по обе стороны маршрута до ширины ДОК сканируются, и в конце процесса сканирования будет сформирован список опасностей. Это будет использоваться Пользователем для исправления и изменения маршрута, чтобы безопасно пройти по маршруту.

Еще одно важное значение ДОК-активная роль во время выполнения рейса. В случае, когда судно выходит из заранее установленного ДОК, сигнал тревоги сообщит пользователю о необходимости возвращения в полосу безопасности. Наличие в ЭКНИС сигнала тревоги -это требование резолюции Международной морской организации (IMO).

В данной работе используются значимые факторы для расчета безопасного расстояния с целью определения более точного значения ДОК для повышения безопасности навигации и ситуационной осведомленности.

ДОК определяется конечным пользователем по левому и правому борту планируемого маршрута, однако он может отличаться на каждом отрезке. Учитывая частоту изменения параметров безопасности во время рейсового мониторинга, результирующее значение ДОК также будет меняться. Это означа-

ет, что в длительном рейсе на протяжении всего плана рейса будет несколько различных значений ДОК.

Потенциальная проблема заключается в различном определении ДОК между различными судоходными компаниями. Некоторые компании определили минимальные значения ДОК для различных этапов рейса, другие только назначают параметры безопасности, которые необходимо учитывать. К сожалению, некоторые судоходные компании не предоставляют никаких указаний экипажу судна в отношении ДОК, а также каких-либо других параметров безопасности.

Чтобы правильно определить ДОК, требуется идентификация всех влияющих факторов. В основном используется общее деление трех навигационных районов на портовые / ограниченные, прибрежные и открытое море для отражения различных навигационных условий в различных судоходных водах. Соответственно, к факторам, которые необходимо учитывать, относятся: точность батиметрических данных категорий СЗД, ширина судна, точность собственного положения, норма безопасности навигационного района и ширина безопасности положения судна в связи с воздействием окружающей среды и маневрированием. Учесть все вышеперечисленные факторы можно формулой (1):

$$RДОК = RСЗД + B/2 + Mo + RБез + RМП, \quad (1)$$

где RСЗД – точность положения навигационной опасности в зависимости от категории СЗД;

B – половина ширины судна;

Mo – точность собственного положения;

RБез – радиус безопасности

RМП – ширина маневровой полосы.

Предложенная формула позволяет определить ДОК для различных обстоятельств. Таким образом, значения ДОК, соответствующие различным этапам рейса, могут быть рассчитаны и использованы в процессе оценки планирования прохода и мониторинга прохода.

В качестве примера рассмотрим судно класса «Река-море» длиной 140 м и шириной 17 м при различных категориях СЗД.

Собственная точность определения положения судна, полученная ГНСС, составляет 15 м по требованиям МГО S-67. Точность глобальной системы позиционирования (GPS) может быть еще лучше; поскольку современные GPS-приемники достигают горизонтальной точности 3 м в течение 95% времени [15]. Нормы безопасности навигационного района с учетом различных обстоятельств в каждом районе определяются опытом капитана или СУБ судоходной компании. Согласно хорошей морской практике, значение радиуса безопасности соответствует 50 м для портовых и ограниченных вод, 0,5 мили для прибрежного судоходства и 1 миля для открытого моря.

RМП – ширина маневровой полосы судна может быть рассчитана по модифицированной формуле увеличения траектории судна за счет циркуляции и воздействия внешних гидрометеорологических факторов [15]. Это значение может быть определено в соответствии с уравнением:

$$RМП = (L \times \sin \alpha)/2 , \quad (2)$$

где,

L – длина судна;

α – угол дрейфа.

В приведенном ниже примере допуск безопасности ориентации судна был рассчитан для угла дрейфа 30°, что дало результирующую величину 35 м. На основе всех упомянутых параметров безопасности для осредненного судна класса «река-море» создается следующая таблица для различных навигационных районов (таблица 3).

Таблица 3

Пример определения ДОК (м)

Параметры		Навигационная зона		
		Порто-вые воды	Прибрежные воды	Открытое море
Точность позиционирования в зависимости от категории СЗД, м	A1	6,5	7,5	15
	A2	20		
	B	50		
	C	500		
	D	> 500		
B/2, м		8,5		
M_o, м		15		
$R_{Без}$, м		50	926	1852
$R_{МП}$, м		35		
$R_{ДОК}$ в зависимости от категории СЗД, м	A1	115	992	1926
	A2	128,5	1005	1931
	B	158.5	1035	1961
	C	608.5	1485	2411
	D	---	> 1485	> 2411

Точность позиционирования для СЗД категории D не является точной. Соответственно ДОК для гавани и ограниченных вод в СЗД D не рассчитывался, так как их прохождение по такой точности небезопасно.

Согласно предложенной формуле, значение ДОК сильно зависит от точности позиционирования батиметрических данных. Результаты, полученные для СЗД A1, A2 и B, очень близки. Однако результаты для ZOC C и D значительно превышают сопоставимые значения. Это особенно важно с учетом аварий, произошедших при прохождении маршрута в районах с низкой достоверностью данных съемки. Такие различия величины ДОК в слабо обследованном районе могут повлиять на безопасный переход судна или его посадку на мель. Кроме того, расчетное значение ДОК в данной исследовательской работе является приемлемым с практической точки зрения. Следовательно, его использование не вызовет многочисленные сигналы тревоги и поможет судоводителю использовать адекватную настройку.

Кроме того, точное определение ДОК может быть очень важным для служб движения судов в области мониторинга морского движения для своевременного предупреждения о приближении к навигационной опасности.

Безопасность судоходства должна быть приоритетной задачей при планировании перехода, учитывая всю доступную информацию и выявляя все возможные опасности.

Примечательно, что величина ДОК очень динамична и часто меняется по мере прохождения судна через более или менее перегруженные воды в зависимости от достоверности данных съемки. Признавая этот факт, в тех случаях, когда на отрезке рейса имеется более одной категории СЗД, следует выбрать категорию с наихудшей точностью определения местоположения в качестве релевантной для определения ДОК. Другой вариант - разделить отрезок рейса на большее количество сегментов путем вставки дополнительных путевых точек при переходе от одного ЗОК к другому.

Цифровая навигация заменяет традиционные средства. Безбумажная навигация опирается на нынешние и будущие тенденции в области морской навигации, в качестве наиболее распространенных примеров можно привести интегрированные навигационные системы, электронную навигацию и координацию обмена облачными данными между судами и берегом.

Внедрение новых средств на борту требует от штурмана новых навыков и знаний. ДОК разработан как основной инструмент безопасности при планировании прохода. Его роль заключается в повышении безопасности судоходства путем сканирования маршрута в процессе валидации маршрута и обеспечении выбора оптимального маршрута с учетом навигационных опасностей. Эта цель может быть достигнута только тогда, когда параметры безопасности должным образом определены конечным пользователем. Неверно определенные параметры могут привести к нежелательным событиям, таким как посадка на мель.

Неправильная интерпретация установки параметров безопасности может привести к навигационным происшествиям таким как посадка на мель, навалы на плавучие и прочие надводные объекты.

Важность изучения данных по категориям СЗД до и во время процесса планирования перехода подчеркивается как критический фактор. Карты, охватывающие многие части мира, содержат данные обследований, которые являются устаревшими и в некоторых случаях ненадежными. Ошибки, вызванные недостоверными данными обследования, являются существенными и должны быть учтены.

В настоящей работе предлагается уравнение для определения ДОК в системе ЭКНИС для конкретного размера и типа судна. Интеграция предложенного уравнения в процесс планирования прохода может повысить безопасность судоходства в качестве первостепенной цели. Наконец, цель настоящей статьи состоит в том, чтобы повысить осведомленность пользователей ЭКНИС в отношении точности определения местоположения объектов на навигационных картах и ее влияния на безопасность судоходства. Планирование перехода - это сложный процесс, в котором вся информация, относящаяся к рейсу, должна быть рассмотрена для выполнения безопасного рейса. Использование системы СЗД предоставляет дополнительную информацию пользователю и повышает осведомленность о безопасности во время планирования и выполнения прохода, а также во избежание столкновения.

Детальное понимание штурманами интерпретации параметров безопасности, имеет потенциал для повышения безопасности судоходства [15].

Литература

1. Brcc˘icc´, D.; Kos, S.; Žuškin, S. Navigation with ECDIS: Choosing the Proper Secondary Positioning Source.TransNav Int. J. Mar. Navig. Saf. Sea Transp. 2015, 9, 317–326. [CrossRef]

2. Brcc˘icc´, D.; Žuškin, S. Towards Paperless Vessels: A Master’s Perspective. J. Marit. Transp. Sci. 2019, 55, 183–199. [CrossRef]

3. Car, M.; Vujiˇci´c, S.; Žuškin, S.; Brˇci´c, D. Human machine interface: Interaction of OOWs with the ECDIS system. In Proceedings of the 1st International Conference of Maritime SciЭНКe & Technology (NAŠE MORE 2019), Dubrovnik, Croatia, 17–18 August 2019; Koboevi´c, Ž., Ed.; pp. 74–86.
4. Car, Maro & Brčić, David & Žuškin, Srđan & Svilicic, B.. (2020). The Navigator's Aspect of МНК before and after ECDIS Implementation: Facts and Potential Implications towards Navigation Safety Improvement. Journal of Marine SciЭНКe and Engineering. 8. 14. 10.3390/jmse8110842.
5. International Hydrographic Organization, IHO. IHO Data Protection Scheme; Version 1.2; IHO: Monaco, 2015. J. Mar. Sci. Eng. 2020,8, 842 13 of 14.
6. International Hydrographic Organization, IHO. IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data; As Supplemented, Version 3.1; IHO: Monaco, 2014.
7. International Hydrographic Organization, IHO. S-52: Specifications Chart Content and Display Aspects of ECDIS; Version 6.1; IHO: Monaco, 2015.
8. International Hydrographic Organization, IHO. The Future of the Paper Nautical Charts; Preliminary Report; IHO: Monaco, 2019.
9. International Hydrographic Organization. IHO Publication S-67, Mariners Guide to Accuracy of Electronic Navigational Charts (ENC), 0.5 ed.; IHO: Monaco, 2017.
10. International Hydrographic Organization. Mariners Guide to Accuracy of Electronic Navigational Charts (ENC);Version 1.0.0; IHO: Monaco, 2020. J.Mar.Sci.Eng.2020.
11. International Hydrographic Organization. S-57 Edition 3.1 Supplement No. 3, IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data, Supplementary Information for the ЭНКoding of S-57 Edition 3.1 ЭНК Data; IHO: Monaco, 2014.
12. International Maritime Organization, IMO. Adoption of the Revised Performance Standards for Electronic Chart Display and Information Systems (ECDIS); Resolution MSC.232(82); IMO: London, UK, 2006.
13. International Maritime Organization, IMO. International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974 as Amended; IMO: London, UK, 2014.
14. International Maritime Organization. Resolution A.817 (19), Performance standards for Electronic Chart Display and Information Systems (ECDIS); IMO: London, UK, 1995. [Google Scholar].
15. Kristi´c, M.; Žuškin, S.; Brˇci´c, D.; Valˇci´c, S. Zone of confidЭНКe impact on cross track limit determination in ECDIS passage planning. J. Mar. Sci. Eng. 2020,8, 566. [CrossRef] [102]
16. Li, Z.; Jonas, W.; Ringsberg, J.W.; Rita, F. A voyage planning tool for ships sailing between Europe and Asia via the Arctic. Ships Off shore Struc. 2020. [CrossRef].
17. Pietrzykowski, Z.; Wielgosz, M. Navigation Safety Assessment in the Restricted Area with the Use of ECDIS.
18. Žuškin, S.; Brcˇic´, D.; Kos, S. Partial structural analysis of the ECDIS EHO research: The safety contour. In Proceedings of the 7th International Conference on Maritime Transport, Barcelona, Spain, 27–29 June 2016; Martinez de Oses, F.X., Castells Sanabra, M., Eds.; Universitat Politecnica De Catalunya—UPC: Barcelona, Spain, 2016; pp. 246–262.

INFLUENCE OF THE DEGREE OF CONFIDENCE IN THE ELECTRONIC MAP ON THE DETERMINATION OF THE PERMISSIBLE DEVIATION FROM THE COURSE WHEN PLANNING THE TRANSITION TO ECDIS

A.A. Volkov
Caspian Institute of Sea and River Transport named after Admiral General F. M. Apraksin - branch of FSFEI HE «VSUWT»
Astrakhan, Russian Federation

Abstract. *The technological breakthrough that the electronic map and Information Display System (ECDIS) has brought to modern navigation makes it possible to improve the safety of navigation. The permissible deviation from the course is an ECDIS safety parameter set by the operator on the ship, which increases the automation of navigation tasks and leads to a reduction in the workload for boatmasters.In this paper, we consider the definition of factors that affect the value of the permissible deviation from the course, taking into account the reliability of the electronic map. The reliability*

of the data presented on the electronic map depends on the quality of the survey data and measurements, which in many cases are outdated and unreliable. The paper examines the method of determining the permissible deviation from the course for a tanker of mixed «river-sea» navigation.

Keywords: *transit planning, navigation safety parameters, navigation, electronic navigation maps, ECDIS.*

Об авторе

Волков Андрей Анатольевич (Астрахань, Россия) – научный руководитель, доцент кафедры «Судовождение» Каспийского института морского и речного транспорта им. генерал-адмирала Ф.М. Апраксина - филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», e-mail: welbot@rambler.ru.

УДК 681.51

С.С. Гаврюшин, В.В. Ломов;
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Н.Э. Баумана»,
Москва, Российская Федерация

РАЗВИТИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Аннотация. В настоящее время во всех сферах экономики происходит развитие в сторону цифровизации и применения информационных технологий. В том числе, в сфере транспорта в Российской Федерации и всего мира происходят значительные изменения. Производятся новейшие образцы подвижного состава, в том числе на основе электрической тяги, открываются информационные центры диспетчеризации движения на основании новейших информационных технологий, ведутся разработки беспилотного управления транспортными средствами. Сокращается интервал движения, на основании анализа пользователей создаются новые и корректируются существующие маршруты. Обосновывается необходимость проведения своевременного обслуживания, оптимизация складирования запасных частей и расходных материалов, улучшение и своевременная оптимизация систем безопасности и обеспечения надлежащего уровня комфорта пассажиров.

Ключевые слова: новые информационные технологии, диспетчеризация движения и производственных процессов, оптимизация складского пространства и логистических процессов, компьютерное моделирование и проектирование, исследования и анализ, свободное программное обеспечение, цифровизация.

В настоящее время по всему миру происходит активное трансформация в сторону цифровизации большинства сфер деятельности человечества. Не стала исключением и Российская Федерация, более того, многие решения, реализуемые в дануе время в транспорте являются локомотивными. В рамках этой публикации будет рассмотрен процесс цифровизации транспортной сферы в мире и нашей стране.

Открывая привычное приложение на телефоне, мы можем увидеть не только расписание движения маршрутов на каждой конкретной остановке, но и время, через которое прибудет необходимый трамвай или троллейбус. Во всех крупных

городах приложения позволяют построить самый оптимальный маршрут, учитывающий использование как наземного транспорта, так и пригородных электричек, и метро, чтобы вовремя добраться в нужную точку города или агломерации. За этим структурированным движением транспорта отвечают множество информационных систем. Самой очевидной из них, является система автоматики и телемеханики движения поездов (АТДП) [2]. Такая система отвечает за цикличность и безопасность движения, с высокой точностью отвечает на вопросы где в настоящее время следует состав, в каком направлении переведена стрелка и каким светом сигнализирует светофор, также множество других параметров. Если любое звено этой сети дает негативный либо неопределенный сигнал, система выдает запрет на движение, и даже, в автоматическом режиме останавливает поезда. В некоторых данная система получила развитие в сторону автоведения поездного состава. По данным на июль 2016 года существует 55 полностью автоматизированных линий метрополитена в 37 городах мира. Их общая протяженность 803 км [1].

Существует международный стандарт IEC 62290-1, Российский МЭК 62290, согласно которого введены 5 уровней абстракции автоматизации этих процессов (Grade of Automation) [7].

GoA 0 – движение в режиме без участия автоматики. Машинист полностью контролирует процесс.

GoA 1 – режиме когда машинист выполняет управление движением поезда под контролем автоматики.

GoA 2 – движение в автоматическом режиме, машинист действует только при нештатных ситуациях.

GoA 3 – в этом режиме машинист может отсутствовать в кабине, движение осуществляется полностью в автоматическом режиме.

GoA 4 –машинист отсутствует в поезде. Движение осуществляется в полностью автоматическом режиме. Контроль осуществляется только оператором/диспетчером удаленно, в том числе и при нештатных ситуациях. В этом режиме подразумевается высокая продвинутая интеллектуальная система автоматизации.

В Российской Федерации в настоящее время преобладающая часть метрополитенов эксплуатируется в режиме GoA 2, повсеместно вытесняется GoA 1. Планируется переход, тестируется система на уровне GoA 3 на Московском центрально кольце. Наша страна не является среди аутсайдеров в этой отрасли. Очень высокие законодательные требовавния актов в части безопасности вынуждают разработчиков и конечных владельцев систем работать в «пониженном» режиме автоматизации [5]. Внедренные системы позволяют осуществлять движение, в том числе и в режиме GoA 4.

Не менее значимой, но менее очевидной является роль систем автоматизации технического обслуживания в транспортной сфере. И здесь, при достаточном рассмотрении и погружении в проблематику остается множество нерешенных вопросов. Очень важной частью ритмичности движения транспорта является своевременность обслуживания ремонта, введения/выведения в/из эксплуатацию. Своевременная поставка запчастей для подвижного состава, содержание достаточного и, в то же время, не избыточного склада расходных составляющих играет очень важную роль, так как при использовании очень большого числа единиц по-

движного состава, неоптимальный расчет количество необходимых запчастей, складских позиций, отсутствие четкого плана проведения технического обслуживания различного уровня могут вызвать рост издержек в геометрической прогрессии. Многие пользователи транспорта также не подозревают о том, что при отсутствии должного обслуживания технологического оборудования инфраструктуры движение транспорта может быть полностью остановлено, не говоря уже о безопасности пользования транспортом. Трудно представить работу подземной станции метрополитена или метротрама без вентиляции или при неработающей системе водоотведения во время дождя. В нашей стране все больше транспортных систем оснащаются системами диспетчерского управления, с непосредственным участием ответственных лиц, в том числе в случаях нештатных, чрезвычайных ситуаций, различных уровней ответственности. Однако количество единиц технологического оборудования, равно как и в случае с подвижным составом, или даже в большей степени, подразумевают планирование своевременное обслуживание и замену расходных частей и систем в целом, при достижении лимита использования.

Особое внимание следует обратить на системы жизнеобеспечения как пассажиров, так и персонала транспортных предприятий. Здесь важную роль в финансовой эффективности играет баланс между избыточным и достаточным уровнем обеспечения функционирования. При проектировании следует уделить проработке структуры систем. Заложенные на этапе структурного проектирования ошибки играют очень большую роль, т.к. при дальнейшем масштабировании систем, недостаточность или избыточность решений, в какой-то момент поставят вопрос о дальнейшей возможности эксплуатации системы в целом. Пристальное внимание в процессе разработки должно быть сконцентрировано на расчете отказоустойчивости каждого элемента данных систем. И только на основании детального анализа всей собранной информации принимается окончательное решение о топологии и структуре таких систем.

Обозначенные выше вопросы в комплексе обозначают потребность в автоматизированной системе более высокого уровня интеграции и интеллекта. Единственным путем сокращения издержек в функционировании всего комплекса является четкое понимание планирования необходимых работ, оптимизация складского хозяйства, логистики, своевременной и четкой работы с поставщиками и аутсорсинговыми компаниями. Становится ясным понимание того, что система должна четко отслеживать временные границы осуществления всех необходимых действий. На этапе проектирования должны быть заложены алгоритмы работ по закупке, обслуживанию, введению в эксплуатацию, обслуживанию на протяжении всего жизненного цикла и окончания эксплуатации оборудования. Неуклонным требованием к системе должно быть обеспечение масштабируемости, без остановки основных технологических процессов. Система, в том числе, должна обеспечивать безопасность функционирования и управления всеми системами жизнеобеспечения.

Такая задача не может быть тривиальной. Обеспечение четкого и взаимосвязанного функционирования обозначенных вопросов требует комплексного и всеохватывающего подхода [6]. Логичным развитием цифровизации в этом направлении является появление ERP-систем (англ. Enterprise Resource Planning, планирование ресурсов предприятия) — организационная стратегия структуриро-

вания производства и процессов, управления трудовыми ресурсами, финансовыми возможностями и управления активами, обеспечивающая непрерывный баланс и оптимизацию ресурсов предприятия средствами специализированного высокоинтеллектуального программного обеспечения, на основании общей цифровой модели данных всех процессов деятельности предприятия.

Как правило, независимо от разработчика, ERP-система строится по модульному типу. Основу составляет служба, обладающая базовым функционалом. Эта часть содержит в себе, ядро, производящее все необходимые вычислительные процессы и связь с общей информационной базой данных, которая в свою очередь, содержит базовые справочники, стандартизированные запросы, функции обработки и архивации данных, фундаментальные данные о предприятии. Осуществление управления этой информационной базой данных, строится на SQL, соответственно на любом ином аналоге, в т.ч., операционной системе. Этот механизм отвечает за сбор, хранение, обработку, приведение к характерному виду данных и затем последующую их выборку в соответствующие модули.

Службы модулей и представляют наибольший интерес в свете этой статьи. Так, одним из достаточно важных модулей, можно представить существующую систему диспетчеризации технологического оборудования, однако наделенную дополнительными свойствами и функциями, такими как подсчет рабочего времени машин и механизмов, график обслуживания, замены компонентов и расходных материалов. Данная информация вносится в общую базу данных, специализированным образом, обрабатывается уже на уровне ядра и дает «поручения» модулю, организующему работу подразделениям, отвечающим за обслуживание. Модуль, отвечающий за работу этих подразделений, планирует график работ по видам оборудования, специалистам. В режиме реального времени отслеживает загрузку каждого конкретного работника, и, в случае нехватки ресурса, создает «задачу» для модуля подразделения HR. Так же на основании получаемой информации, система формирует запрос в модуль, отвечающий за закупку оборудования, запасных частей и расходных материалов, который, в свою очере,дь основываясь на результаты работы модуля склада и логистики, следит за тем, чтобы в процессе работы максимально эффективно использовался склад, с другой стороны не было задержек, вызываемых необходимым временем на закупку или изготовление требуемого оборудования. Такой подход позволяет максимально эффективно бороться с зачастую имеющимися на складах больших предприятий невостребованными ликвидами, что положительно отражается на финансовой картине предприятия.

Подводя некоторый итог, создание такого уровня информационных систем позволяет решить с одной стороны предоставление компании максимума возможностей, а с другой стороны масштабируемости, без отключения работоспособности системы в целом. Важным преимуществом системы планирования ресурсов предприятия систем является возможность подключать и применять любой из модулей (внутренний или внешний) в сжатые сроки. Каждый из модулей работает независимо от других, он может быть подключен или отключен в любой момент времени, может просто не использоваться, при этом другие модули смогут продолжать работу. А для подключения того или иного модуля нет необходимости вносить изменения в программный код ядра и других модулей.

В конце июня 2020 г. власти США ужесточили экспортные правила в отношении России и ряда других стран. Новые ограничения не позволят российским военным пользоваться рядом американских ИТ-разработок, как программных, так и аппаратных. Во исполнение этого решения компания Microsoft более не будет поставлять программное обеспечение Московскому Государственному Техническому Университету им. Николая Эрнестовича Баумана [3]. Многие образовательные программные комплексы работают только на основе операционной системы Windows, таким образом создается ситуация, при которой возможна остановка исследовательских процессов ВУЗа, а также обучения студентов. Университет готовит специалистов в области авиации, создания ракетной техники, в сфере ядерной энергетики и радиоэлектроники. Кроме того, МГТУ это опорный университет национальной программы «цифровая экономика». Заведение готовит специалистов, способных создавать технологическую базу для сверхбыстрых вычислений, квантовых компьютеров, инженеров коммуникационных систем, программистов-разработчиков.

Описанные выше обстоятельства не могут напрямую не касаться и темы настоящей статьи. Так как подавляющее большинство описанных систем разрабатывается и внедрены в настоящее время, именно на операционной системе Windows. Политическая обстановка в мире диктует нынешним инженерам разработчикам новые требования к безопасности и мультиплатформенности внедряемых комплексов. В России активно ведется программа импортозамещения [4] в отрасли информационных технологий. Разработаны нормативы стандартизации и защиты информационных систем.

Среди наиболее крупных публичных проектов импортозамещения следует отметить внедрения в Госкорпорации Росатом и Федеральном Казначействе. Эти организации начали переход на российские продукты сразу по нескольким направлениям. В частности, стартовал проект замещения операционных систем Windows на Astra Linux, дан старт на создание современного отечественного решения, которое заменит иностранную платформу управления контентом OpenText Documentum. Кроме того, начаты проекты по замене зарубежных СУБД Oracle и Microsoft на российскую Postgres Pro, а также офисных приложений Microsoft на российские МойОфис. Казначейство отметилось началом крупных проектов замещения СУБД и ITSM. Следует отметить также такие организации как Почта России, Аэрофлот, Промсвязьбанк и, что особо важно, Петербургский метрополитен.

В нынешних реалиях, позицию использования отечественного ПО, а также OpenSource ПО имеет смысл закрепить как в среде разработчиков, так и на Государственном уровне, в качестве некоего стандарта. Отрасль информационных технологий в нашей стране должна приобрести и укреплять черты самодостаточности и независимости.

Литература

1. Дровалева И. Автоматическое метро – что это и где есть в мире? / И. Дровалева // Информационный портал «Подземный эксперт». – 2017.
2. Калиничев В.П. Метрополитены. – М: Транспорт, 1988 г. – С. 280.
3. Пешкова И. МГТУ Баумана остается без Windows: Microsoft отказалась поставлять ему свое ПО. / И.Пешкова // CNews. – 2020.
4. Постановление Правительства РФ от 15 декабря 2020 г. № 2117 «О Центре компетенций по импортозамещению в сфере информационно-коммуникационных технологий.» – офиц. текст, 2020.

5. Приказ Минтранса России от 21.12.2018 N 468 «Об утверждении Типовых правил технической эксплуатации метрополитена» – офиц. текст, 2018.
6. Alexis Leon. Enterprise Resource Planning. – NYC.: Tata McGraw-Hill Education, 2008 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://books.google.ru/books?id=pTGDy2GX_sUC (Дата обращения: 31.03.2022).
7. Metro Automation Essentials. / Observatory of automated metros [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://cms.uitp.org/wp/wp-content/uploads/2020/06/Statistics-Brief-Metro-automation_final_web03.pdf (Дата обращения: 31.03.2022).

DEVELOPMENT OF DIGITALIZATION OF THE TRANSPORT INDUSTRY IN THE RUSSIAN FEDERATION

S.S. Gavryushin, V.V. Lomov
FSAEI HE «MSTU»
Moscow, Russian Federation

Abstract. *It is shown that at present, all spheres of the economy are developing towards digitalization and the use of information technologies. In particular, the transport sector in the Russian Federation and around the world is undergoing significant changes. The latest models of rolling stock are being produced, including on the basis of electric traction, information centers for traffic dispatching are being opened on the basis of the latest information technologies, and unmanned vehicle control is being developed. The traffic interval is reduced, based on the analysis of users, new routes are created and existing routes are adjusted. The necessity of timely maintenance, optimization of storage of spare parts and consumables is justified. Improvement and timely optimization of security systems and ensuring an appropriate level of passenger comfort.*

Keywords: *New information technologies, dispatching of traffic and production processes, optimization of warehouse space and logistics processes, computer modeling and design, research and analysis, free software, digitalization.*

Об авторах

Гаврюшин Сергей Сергеевич (Москва, Россия) – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Компьютерные системы автоматизации производства», ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», e-mail: gss@bmstu.ru

Ломов Вадим Владимирович (Москва, Россия) – аспирант, ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», e-mail: w.lomov@mail.ru

УДК 621.31
Г.Р. Гаджибабаев, К.С. Абдулгамидов, Р.М. Даудов, Д.Д. Тавлуев;
ФГБОУ ВО «Дагестанский ГАУ»,
Махачкала, Российска Федерация

ПОМЕХОУСТОЙЧИВАЯ СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ПО ПРОВОДНЫМ КАНАЛАМ ЛИНИЙ 6-35 КВ

Аннотация. Устройства определения мест повреждений воздушных высоковольтных линий 6–35 кВ используют беспроводные каналы передачи информации на подстанцию с относительно малым радиусом действия (в среднем около 5 км при применении радиоканала), и имеет место его зависимость от различных

природных факторов. Ранее предложенный нами фиксирующий индикатор направления короткого замыкания имеет радиус действия, превышающий 100 км.

В работе рассмотрен вариант подключения фиксирующего индикатора направления короткого замыкания и система телеизмерения гололедной нагрузки линий 6-35 кВ к фазам высоковольтной линии через 3 высоковольтных резистора наружной установки. Проведенные расчеты показывают, что при этом помехи составляющих напряжения частотой 50 Гц значительно снижаются при имеющих место значениях ассиметрии трехфазного напряжения, равных 4 %.

Ключевые слова: беспроводный канал, низкочастотный фильтр, уровень помех, высоковольтный резистор, переменное напряжение.

Нашли применение устройства отыскания мест повреждений высоковольтных линий 6–35 кВ [6, 9, 10] и все они используют датчики тока, устанавливаемых на фазных проводах. В таких устройствах используются беспроводную связь для передачи информации об участках повреждений.

В ряде публикаций [2, 3, 8] приводятся причины неудовлетворительной работы таких каналов, где рассматриваются влияние на радиус действия ряда внешних факторов, к которым относятся: препятствия в виде холмов, дамб; сильный гололед или мокрый снег, а также затяжные дожди; лесные покровы.

В известных устройствах в качестве беспроводного канала, при необходимости применяют радиосвязь.

В сельских местностях нашли применение распределительные сети 6-10 кВ, где используются вышерассмотренные устройства.

Благодаря наличию внешних факторов, дальность передачи сигналов может принимать различные значения, вплоть до отсутствия возможности практической передачи информации и тем самым ухудшаются работоспособность устройств.

Отличительной особенностью, ранее предложенного одним из авторов, фиксирующего индикатора направления короткого замыкания (ФИНКЗ) [7] и системы телеизмерения гололедной нагрузки линий 6-35 кВ (СТГН) [4] являются возможность передачи сигнала по фазным проводам на расстояние более 100 км. В [5] рассчитаны параметры низкочастотного фильтра приемного устройства ФИНКЗ при передаче сигнала по фазам отключенной высоковольтной линии 6 – 35 кВ. Такой режим работы наблюдается после неуспешного автоматического повторного включения линии при коротком замыкании или при необходимости отключения линии по другим причинам.

Уровень помех в отключенной линии в виде наводок от близкорасположенных линий рассмотрены на уровне 100 В. При этом полезный сигнал (суммируясь с помехой 100 В) в виде постоянной составляющей подается на вход приемного устройства через высоковольтный резистор, подсоединенной к одной фазе. Очевидно, что при включенной линии на входе приемного устройства окажется вместо 100 В, номинальное фазное напряжение $10/\sqrt{3} = 5{,}774$ кВ = 5774 В (для линии напряжением 10 кВ), что в 57,74 (5774/100 = 57,74) раз превышает уровень напряжения отключенной линии. Рассмотренный фильтр в [5] не может обеспечить правильную работу ФИНКЗ и СТГН при включенной линии.

В работе приведены расчетные соотношения уровня помех на входе приемного устройства ($R_н$) ФИНКЗ и СТГН согласно рисунку 1а при передаче сигна-

ла по фазам высоковольтной линии 6-35 кВ, находящегося под напряжением. Рассматриваются помехи, обусловленные несимметричным режимом работы линий.

Для расчета тока и напряжения на нагрузке $R_н$ приемного устройства, составим уравнения по законам Кирхгофа. При приложенных симметричного 3-х фазного ($\bar{U}_A$, $\bar{U}_B$ и $\bar{U}_C$ – комплексные фазные напряжения) и постоянного U_0 напряжения к зажимам A, B и C соответственно, согласно рисунку 1б можно записать отдельно для переменных и постоянных составляющих в соответствии с вторым законом Кирхгофа.

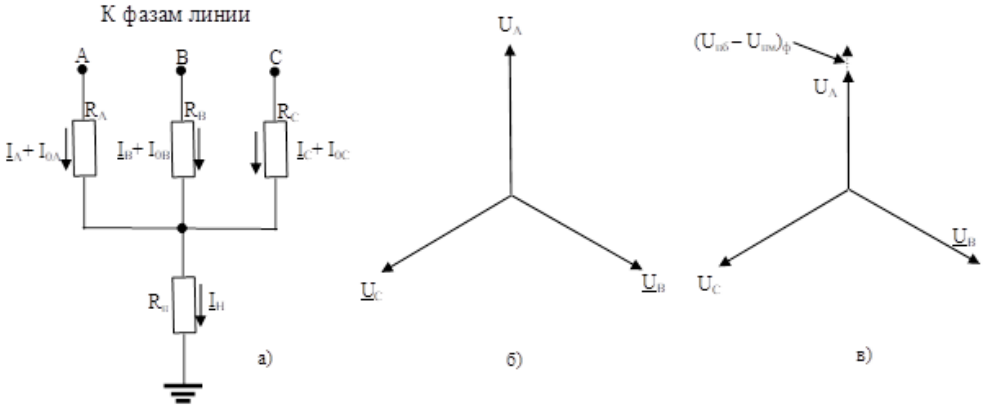


Рисунок 1. Схема подключения высоковольтных резиторов (R_A, R_B, R_C) к входному сопротивлению R_H приемного устройства: а) векторные диаграммы симметричных б) и несимметричных в) напряжений

$$\begin{aligned} \bar{U}_A &= \bar{I}_A R_A + \bar{I}_{H\sim} R_H \\ \bar{U}_B &= \bar{I}_B R_B + \bar{I}_{H\sim} R_H \\ \bar{U}_C &= \bar{I}_C R_C + \bar{I}_{H\sim} R_H \\ \bar{I}_A &+ \bar{I}_B + \bar{I}_C = \bar{I}_{H\sim} \end{aligned} \qquad (1)$$

$$\begin{aligned} U_0 &= I_{0A} R_A + I_{H0} R_H \\ U_0 &= I_{0B} R_B + I_{H0} R_H \\ U_0 &= I_{0C} R_C + I_{H0} R_H \\ I_{0A} &+ I_{0B} + I_{0C} = I_{H0}, \end{aligned} \qquad (2)$$

где $\bar{I}_A, \bar{I}_B, \bar{I}_C$; I_{0A}, I_{0B}; I_{0C} – комплексные переменные токи и постоянные токи в сопротивлениях R_A, R_B, R_C соответственно; $\bar{I}_{H\sim}$, I_{H0} – комплексный переменный и постоянный токи в сопротивлении нагрузки соответственно.

Просуммируем первые 3 уравнения соотношений (1)

$$\bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C = \bar{I}_A R_A + \bar{I}_{H\sim} R_H + \bar{I}_B R_B + \bar{I}_{H\sim} R_H + \bar{I}_C R_C + \bar{I}_{H\sim} R_H = \bar{I}_A R_A + \bar{I}_B R_B + \bar{I}_C R_C + 3\bar{I}_{H\sim} R_H \qquad (3)$$

Согласно векторной диаграмме 3-х фазных напряжений на рисунке 1б, при их симметричном режиме, как известно их сумма равна нулю и тогда из (1) и (3) при $R_A = R_B = R_C = R$ получим

$$\bar{I}_A R_A + \bar{I}_B R_B + \bar{I}_C R_C + 3\bar{I}_{H\sim} R_H = \bar{I}_A R + \bar{I}_B R + \bar{I}_C R + 3\bar{I}_{H\sim} R_H = (\bar{I}_A + \bar{I}_B + \bar{I}_C) R + 3\bar{I}_{H\sim} R_H = \bar{I}_{H\sim} R + 3\bar{I}_{H\sim} R_H = 0, \qquad (4)$$

откуда

$$\bar{I}_{H\sim} = 0. \quad (5)$$

Аналогично вышеприведенным расчетам, для постоянных составляющих согласно выражениям (2) можно получить

$$3U_0 = I_{0A}R_A + I_{0B}R_B + I_{0C}R_C + 3I_{H0}R_H = 3I_{H0}R + 3I_{H0}R_H,$$

откуда

$$. I_{H0} = \frac{U_0}{R+R_H}. \quad (6)$$

Из полученных выражений (5) и (6) следует, что при симметричной 3-х фазной системе напряжений помехи переменного напряжения промышленной частоты отсутствуют.

На практике имеет место несимметрия напряжений [1], заключающаяся в их неравенстве для различных фаз, обусловленное различными факторами эксплуатации.

Коэффициент $К_2$ по составляющей обратной последовательности рассчитывается по выражению [1]:

$$К_2 = (U_2/U_1)100\% \quad (7)$$

где U_1, U_2 - действующие значения напряжений прямой и обратной последовательностей.

Для коэффициента $К_2$ можно воспользоваться с:тношением

$$U_2 = 0{,}62(U_{нб} - U_{нм}) \quad (8)$$

где $U_{нб}$, $U_{нм}$ - максимальное и минимальное значения из трех линейных напряжений, кВ.

Согласно стандарту, максимальное значение $К_2$ = 4 %, тогда из (7) и (8) имеем

$$К_2 = (U_2/U_1)100\% = 0{,}62(U_{нб} - U_{нм})/U_1)100\% = 4\%$$

и отсюда получим при U_1 = 10 кВ,

$$U_{нб} - U_{нм} = (К_2/0{,}62)U_1 = (0{,}04/0{,}62)10 = 645 \text{ В}$$

и, приведя к фазному значению, получим

$$(U_{нб} - U_{нм})_ф = (U_{нб} - U_{нм})/\sqrt{3} = 372 \text{ В}$$

Для расчета уровня напряжения на входе ($R_н$) приемного устройства при полученном значении $(U_{нб} - U_{нм})_ф$ (рисунок 1в), воспользуемся соотношениями (3) и (4)

$$\bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C = \bar{U}_A - (U_{нб} - U_{нм})_ф + \bar{U}_B + \bar{U}_C = -(U_{нб} - U_{нм})_ф = 372 \text{ В}.$$

Полученный результат имеет один порядок с значениями, полученными в [5] для случая передачи сигнала по отключенной линии и фильтр низких частот реализуем согласно предлагаемой схеме с тремя высоковольтными резисторами при наличии высоковольтного напряжения в линии.

Таким образом, предлагаемая схема подключения ФИНКЗ и СТГН к фазам высоковольтной линии через 3 высоковольтных резистора значительно повышает помехоустойчивость передачи информационного сигнала по фазам высоковольтной линии.

Литература

1. Ананичева С.С. Качество электроэнергии. Регулирование напряжения и частоты в энергосистемах: учебное пособие / С. С. Ананичева, А. А. Алексеев, А. Л. Мызин.; 3-е изд., испр. Екатеринбург: УрФУ. 2012. 93 с.

2. Влияние растительности на распространение УКВ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.radiouniverse.ru/book/rasprostranenie-korotkih-i-ultrakorotkih-radiovoln/vliyanie-

rastitelnosti-na-rasprostranenie (дата обращения: 14.03.2022).

3. Влияние рельефа местности на качество телевизионного приема [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://nauchebe.net/2012/09/vliyanie-relefa-mestnosti-na-kachestvo-televizionnogo-priema/ (дата обращения: 14.03.2022).

4. Гаджибабаев Г.Р., Магарамов И.Б., Рамазанов И.С., Седединова Ф.С. Модернизированная система телеизмерения гололедной нагрузки линий 6-35 кВ. Инновационное развитие аграрной науки и образования: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, посвященно90-летию чл.-корр. РАСХН, Заслуженного деятеля науки РСФСР и РД, профессора М.М. Джамбулатова. Том 1, Махачкала, Даг.ГАУ, 2016.

5. Гаджибабаев Г.Р., Шихсаидов Б.И., Паштаев Б.Д., Гусейнов Н.М., Исрапилов З.С., Ипаев К.Ш., Узденов И.К. Повышение помехоустойчивости индикаторов мест повреждений линий 6 - 10 кВ. Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, магистров, аспирантов и молодых ученых, г. Махачкала - 26 ноября 2021. С. 194 – 202.

6. Индикаторы определения мест повреждений в электрических сетях [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https:// sicame. com.ua/ pdf/ katalog_indikatoryi% 20opredelenie% 20mest%20povrezhdeniya%20v%20elektricheskih%20setyah_2016.pdf (дата обращения: 14.03.2022).

7. Ипаев К.Ш., Узденов И.К., Гаджибабаев Г.Р., Шихсаидов Б.И. Диагностика воздушных линий 6 – 10 кВ. Всероссийская (национальная) научно-практическая конференция «Молодежная наука – развитию агропромышленного комплекса», г. Курск, 3-4 декабря 2020.

8. О дальности радиосвязи [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://krikam.net/content/articles/o-radiosvyazi/o-dalnosti-radiosvyazi/ (дата обращения: 14.03.2022).

9. Преимущества российских ИКЗ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://http://streamermsk.ru/novosti/preimuschestva-rossiskih-ikz/ (дата обращения: 14.03.2022).

10. Система ОМП «ЭЛЬКОН» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://innion.ru/solution/dmg_indicators/h_prec_wave_sys/ (дата обращения: 14.03.2022).

NOISE-RESISTANT INFORMATION TRANSMISSION SYSTEM VIA WIRED CHANNELS OF 6-35 KV LINES

G.R. Hajibabayev, K.S. Abdulgamidov, R.M. Daudov, D.D. Tavluev
FSAEI HE «Dagestan SAU»
Makhachkala, Russian Federation

Abstract. *Devices for determining damage locations of 6-35 kV overhead high-voltage lines use wireless channels for transmitting information to a substation with a relatively small radius of action (on average about 5 km when using a radio channel) and there is its dependence on various natural factors. The previously proposed short-circuit direction indicator has a radius of action exceeding 100 km. The paper considers the option of connecting a short-circuit direction indicator and a system for measuring the icy load of 6-35 kV lines to the phases of a high-voltage line through 3 high-voltage resistors of an outdoor installation. The calculations show that in this case, the interference of the voltage components with a frequency of 50 Hz is significantly reduced with the three-phase voltage asymmetry values equal to 4%.*

Keywords: *wireless channel, low-frequency filter, interference level, high-voltage.*

Об авторах

Гаджибабаев Гаджибуба Ражидинович (Махачкала, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Сельскохозяйственные машины и технологии конструирования материалов», ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова», e-mail: gadjibabaevgr@mail.ru.

Абдулгамидов Кемран Субханович (Махачкала, Россия) – студент (бакалавриат) кафедры специальности «Электрооборудование и электротехнологии», ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова», e-mail: bulat-625@mail.ru.

Даудов Расул Магомедкамилович (Махачкала, Россия) – студент (бакалавриат) кафедры специальности «Электрооборудование и электротехнологии», ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова», e-mail: bulat-625@mail.ru.

Тавлуев Джабраил Джамалутдинович (Махачкала, Россия) – студент (бакалавриат) кафедры специальности «Электрооборудование и электротехнологии», ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова», e-mail: bulat-625@mail.ru.

УДК 629.5.06
А.И. Дроздов[1], П.В. Кулешов[1,2;]
[1]Пермский филиал ФГБОУ ВО «ВГУВТ»,
[2]ФГАОУ ВО «ПНИПУ»,
Пермь, Российская Федерация

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ГРУНТОЗАБОРА ЗЕМСНАРЯДА ПРОЕКТА 1-520-01

Аннотация. Рассматривается возможность автономной работы землесоса с минимальным вмешательством вахтенного начальника путём внедрения средств автоматизации. Устройство автоматизированного управления земснарядом позволит повысить его производительность в добыче пульпы и облегчить работу оператора.

Ключевые слова: землесос, автоматизированная система управления, повышение производительности, снижение расхода топлива, микроконтроллер.

Актуальной проблемой большинства земснарядов устаревших образцов является низкая автоматизация технологического процесса грунтозабора. Одним из решений текущего вопроса будет внедрение системы автоматизированного управления добычей сырья, созданной индивидуально в зависимости от проекта и типа земснаряда. Данным объектом рассмотрения будет представлен землесос проекта 1-520-01, тип Прага. Судно имеет ряд изменений отличных от характеристик его первоначальной постройки, но интегрированных на основе разрешения Российского Речного Регистра [4].

Наиболее важными изменениями являются:

– удлинение всасывающего трубопровода на с 18 метров до 27 метров;

– замена управления электроприводом становых и папильонажных лебёдок с электромашинного агрегата на тиристорные выпрямители;

– перенос грунтопровода и фильтрационного бака с классификатора непосредственно свободную платформу (палубу) судна;

– демонтаж кормовых папильонажных лебёдок.

Целью внедрения системы автоматизации является повышение продуктивности работы землесоса с учетом текущих изменений в его технических характеристиках. Система подвержена корректировке в зависимости от разрабатываемого грунта, влияния внешних факторов и прочих обстоятельств, так или иначе влияющих на работоспособность судна [5].

Структурные составляющие предлагаемой АСУ представлены в таблице 1.

Таблица 1

Описание элементов системы

Наименование	Основание применения в АСУ
Задатчик сигнала	Основной элемент, задающий управляющий сигнал
Сумматор	Обеспечение суммы сигналов с датчиков и сравнение с задатчиком режима
Цифровой потенциометр	Регулирование скорости вращения электропривода лебёдки
Блок синхронизации	Считывание показаний датчиков и блоков периферии
Электропривод	Обеспечивает движение землесоса
Объект автоматизации	Земснаряд
Датчик вакуума	Обеспечение сигнала режима работы всасывающего грунтопровода
Датчик давления	Обеспечение сигнала режима работы напорной части грунтопровода
Датчик расхода пульпы	Обеспечение сигнала насыщенности сырья
Блок определения загрязнения грунтопровода	Предупреждение аварийного режима работы судна
Блок определения мощности главного дизеля	Оптимальное распределение топлива во время работы

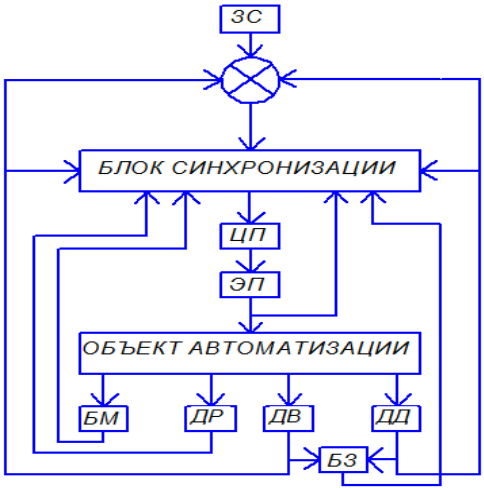


Рисунок 1. Структурная схема АСУ добычи песчано-гравийной смеси: ЗС – задатчик сигнала; ЦП – цифровой потенциометр; ЭП – электропривод; БМ – блок мощности главного двигателя; ДР – датчик расхода пульпы; ДВ – датчик вакуума; ДД – датчик давления; БЗ – блок загрязнения грунтопровода

Принцип работы АСУ. Сигнал задания с задатчика приходит на сумматор, который в свою очередь суммирует данные с датчика давления и датчика вакуума, сравнивая эту сумму с исходным сигналом в рамках заданного режима. Далее сигнал переходит в блок синхронизации, задачей которого является обработка данных приходящих с датчиков давления, вакуума, расхода пульпы, а также двух блоков [2].

Между электроприводом перемещающей лебёдки и блоком синхронизации организована обратная связь по току. Согласование между ними происходит через цифровой потенциометр, соединенный выводами со стандартным переменным рези-

стором управления лебёдки. Реверс осуществляется через подачу электропитания с БС на тумблер переключения в выбранном режиме направления вращения.

Грунтовой насос приводится в движение главным дизельным агрегатом мощностью 550 кВт. Скорость вращения дизеля поддерживается в рабочем значении астатическим регулятором скорости. Мощность двигателя во время работы оценивается блоком мощности по ходу рейки топливного насоса.

Сумматор, блок синхронизации, блок загрязнения грунтопровода и блок мощности главного двигателя создаются в едином корпусном исполнении для улучшения координации взаимодействий, обработки информации и управлению добычей. Блок загрязнения грунтопровода предназначен для установления момента засорения по величине создавшегося вакуума пропорционально относительной величине расхода топлива. Причинами засорения чаще всего являются булыжник, затонувшее дерево и прочие не ресурсные материалы [3].

Благодаря своему строению и структуре блок синхронизации позволяет снижать расход топлива главной энергетической установки при выходе землесоса в стационарный режим работы – максимальная производительность по песчано-гравийной смеси, также этот режим называется энергосберегающим. Обеспечение такого режима вызывается обогащенная песчано-гравийная смесь. В функционал БС входит и возможность прекращения перемещения земснаряда при условии, что произошло засорение сетки сосуна или землесос начал выходить в предзабойный режим работы, являющийся критическим состоянием данного судна.

Повышение качества процесса управления достигается за счёт равномерного поднятия сырья с русла реки, обеспечивает равномерный подъём грунта регулирование скорости выбирания троса электропривода лебёдки.

Ввод системы в эксплуатации. Задаются исходные параметры работы: границы мощности главного двигателя, сила натяжения троса и предел засорения сосуна. После выхода грунтового насоса на рабочие обороты, установления уровня погружения сосуна, расположение земснаряда в точке начала проведения работ и при отлаженности работоспособности датчиков – система начинает производственную деятельность.

Во время работы блок синхронизации отвечает за скорость выбирания троса становой лебёдки, корректируя его по среднеквадратичной ошибке. В случае пропульсивного поднятия грунта, считываемого обратной связью с датчиков давления и вакуума, блок замедляет скорость выбирания троса во избежание аварийного режима забоя, вплоть до остановки несамоходного судна [1].

Отдельное внимание стоит уделить блоку синхронизации. Основу данного устройства представляет плата микроконтроллера Arduino Due, имеющий ряд положительных характеристик, позволяющих использовать его для выполнения задач управления снарядом, а именно: 32-разрядный микроконтроллер ARM; из около полусотни выводов – 12 могут работать на создание ШИМ-сигнала; 12 аналоговых входов, которые открывают возможность дополнения системы различными датчиками; генератор тактовой частоты 84МГц.

Система разобранная выше имеет ряд преимуществ перед традиционной работой багермейстера, но нельзя исключать и недостатки присущие индустриальному развитию человека [5].

Таблица 2

Преимущества и недостатки внедрения АСУ в процесс добычи сырья

Достоинства	Недостатки
Облегчение работы багермейстера, которая сводится фактически к наблюдению за верным функционированием устройств АСУ	Материальные и временные затраты на покупку, монтаж и настройку оборудования
Повышение производительности землесоса	Чем сложнее система, тем выше риск неисправности одной или нескольких её устройств (частей)
Уменьшение расхода топлива за счёт «умного» позиционирования	На судне частое явление – скачки напряжения, что пагубно влияет на работу электронных систем
Улучшение качества добываемого сырья	В различных не алгоритмических аварийных ситуациях электронный модуль не сможет обеспечить полной безопасности экипажа и самого судна
Сведение к минимуму количества решений, которые принимает оператор	
Скорость управления технологическим процессом	
Увеличение срока службы главной силовой установки за счёт оптимального выбора режима работы	
Своевременное оповещение аварийного режима работы земснаряда	

Заключение. Рассмотренная система автоматизированного управления добычи сырья удовлетворяет технологическим задачам земснаряда. Минимальное вмешательство багермейстера положительно скажется на его рабочем ресурсе, который к концу навигационного периода спадает до минимальных значений. Критерии подбора оборудования могут изменяться и корректироваться в зависимости от дополнительных задач или исключения исходных. Благодаря экономии топлива и оптимизации добычи сроки окупаемости будут составлять в пределах разумного количества времени.

Литература

1. Шишмарев В.Ю. Автоматизация технологических процессов. Издательство «Acdemia для технических ВУЗов», 2014 – 352с.

2. Семёнов Ю.А. Электрооборудования и автоматизация земснарядов. Издательство «Транспорт», 1984 – 144с.

3. Способ определения плотности и скорости движения потока гидросмеси во всасывающем трубопроводе земснаряда и устройство для его осуществлени [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://patenton.ru/patent/RU2039163C1 (Дата обращения: 02.02.2022).

4. Проект 1-520-01, тип Прага [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://fleetphoto.ru/projects/564/ (Дата обращения: 02.02.2022).

5. Автоматизация технологического процесса земснарядов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://elektro-dox.ru/zemsnariady/46.html (Дата обращения: 02.02.2022).

AUTOMATION OF THE DREDGING PROCESS OF THE PROJECT 1-520-01 DREDGER

A.I. Drozdov[1], P.V. Kuleshov[1,2]
[1]Perm branch of FSFEI HE «VSUWT»
[2]FSAEI HE «PNRPU»
Perm, Russian Federation

Abstract. *The possibility of autonomous operation of the dredger with minimal intervention of the shift supervisor is being considered by introducing automation tools.*

The device for automated control of the dredger will increase its productivity in the extraction of pulp and facilitate the work of the operator.

Key words: *dredging pump, automated control system, productivity increase, fuel consumption reduction, microcontroller.*

Об авторах

Дроздов Анатолий Игоревич (Пермь, Россия) – студент (специалитет), Пермский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», e-mail: tolik.drozdov.1999@mail.ru.

Кулешов Павел Валерьевич (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, доцент, доцент отделения высшего образования, Пермский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», доцент кафедры «Информационных технологий и автоматизированных систем», ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», e-mail: kuleshov_123@mail.ru.

УДК 004.051

Г.И. Захаров, Е.В. Бартова;
Пермский филиал ФГБОУ ВО «ВГУВТ»,
Пермь, Российская Федерация

ВНЕДРЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ТРАНСПОРТНУЮ ИНФРАСТРУКТУРУ

Аннотация. Статья посвящена проблеме загруженности транспортной системы города Перми и способам её решения. Рассмотрены альтернативные варианты разгрузки транспортной сети города.

Ключевые слова: анализ транспортной системы, внедрение новых технологий, снижение скоростных лимитов, повышение пропускной способности.

В настоящее время транспортная инфраструктура играет важную роль для крупных городов России и мира в целом. Для правильной и непрерывной работы транспортная инфраструктура должна полностью соответствовать численности населения, так как чем больше население, тем больше транспортный поток и потребность в транспорте.

В среднем по статистике на тысячу россиян приходится 306 автомобилей. По данным на 2020 год на тысячу жителей Перми приходится 242 автомобиля. Это ниже среднего числа, но проблема загруженности дорог актуальна.

Пермь занимает 4-ое место по площади среди городов России. Её площадь составляет 803 км^2. Город Пермь расположен вдоль реки Кама на протяжении 70 км и в ширину 40 км.

Большая протяженность города и неравномерное развитее транспортной инфраструктуры приводит к возникновению ежедневных миграций из отдаленных районов в центральную часть города.

Увеличение притока машин может быть вызвано:

– Массовыми сезонными миграциями населения к местам отдыха и обратно;

– Ежедневными поездками на работу и обратно.

Индивидуальный транспорт, призванный быть эффективным средством улучшения качества жизни, наоборот, является одной из основных причин, вызывающих кризис устойчивого функционирования городской среды [1].

Повышение эффективности функционирования действующей транспортной системы города достигается за счет внедрения комплекса организационно-технических мероприятий, направленных:

1. на повышение пропускной способности транспортных узлов, остановочных пунктов и транспортной сети;
2. улучшение режима и условий движения подвижных единиц на маршрутах;
3. рассредоточение времени работы предприятий города [2].

Проведя анализ транспортного потока города Пермь и развитости транспортной инфраструктуры, увеличение пропускных способностей дорог можно следующими способами:

– Внедрения в дорожную сеть умных светофоров;
– Оптимизация скоростного режима.

Умный светофор.

Внедрение такой системы очень актуальная для современного крупного города как Пермь. Данная система состоит из контроллеров, в который входят датчики и видеокамеры, благодаря которым анализируется ситуация на перекрестке, загруженность.

У данных светофоров существуют различные режимы работы:

– Локальный режим.

Оператор дирекции дорожного транспорта города самостоятельно выбирает необходимый, заранее заложенный программой режим. Как правило, это сценарии для вечернего или утреннего потоков.

– Координированное управление.

Данный режим используется на оживленных перекрестках, где необходимо поддерживать движение с определенной интенсивностью. В таком режиме задействованы не один светофор, а несколько.

– Адаптивный режим.

Данные о трафике отслеживаются в режиме онлайн от различных датчиков, вмонтированных в дорожное полотно. Светофор исходя из входных данных проводит анализ ситуации на дороге и подстраивает свою работу. Такая система может определяет не только интенсивность потока, но и тип автомобиля, подъезжающего к перекрестку.

– «Зелёная волна».

Этот принцип очень удобен для длинных и прямых улиц с плотным трафиком, к примеру улица Екатерининская.

Данный принцип предполагает движение транспорта со средней рекомендованной скоростью 60-70 км/ч. В теории при равномерной скорости транспортное средство проедет перекрестки, не останавливаясь на красный сигнал светофора.

Контроль за бесперебойную работы системы отвечает специалисты ситуационного центра. Они непрерывно взаимосвязаны со многими службами города,

включая ГИБДД и МЧС. Что позволяет своевременно среагировать и в случае необходимости, вмешаться и осуществить регулирование вручную, тем самым сократить время спецслужб в пути.

Оптимизация скоростного режима.

Расширение дорог, создание новых полос – это классический способ борьбы с заторами, однако он требует достаточно много средств для реализации.

Поэтому, самый дешевый способ увеличить пропускную способность это снизить максимально разрешённую скорость. Такой метод помогает увеличить пропускную способность дороги за счёт уменьшения дистанции между автомобилями, а также за счёт снижения аварийности.

Важно при этом не занизить скорость, чтобы пропускная способность не пострадала от её уменьшения [3].

Таким образом, если внедрить комплексно все эти решения, то можно увеличить пропускную способность до 40%. Но комплекс систем способен лишь временно решить данную проблему. В любом случае городским властям необходимо расширять дороги и строить сложные развязки. Кроме того, нужно учитывать, что количество автотранспорта в нашей стране неуклонно растет и максимальная производительность перекрестков не спасает от заторов. Именно поэтому заниматься только внедрением информационных систем и оптимизацией скоростного режима, эффективно, но не исключает перегруженность дорог в часы пик.

Литература

1. Коноплянко В.И. Организация и безопасность дорожного движения. – М.: Транспорт, 1991. -183с.

2. Кременец Ю.А., Печерский П.П. Технические средства регулирования дорожного движения.: - М. Транспорт, 1992. – 2007с.

3. Тажетдинов С.Р. Управление городским пассажирским транспортом в Санкт - Петербурге и его эффективность. СПб.: Книжный дом, 2009

INTRODUCTION OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN TRANSPORT INFRASTRUCTURE

G.I. Zakharov, E.V. Bartova
Perm branch of FSBEI HE «VSUWT»
Perm, Russian Federation

Abstract. *The article is devoted to the problem of congestion of the transport system of the city of Perm and ways to solve it. Alternative options for unloading the transport network of the city are considered.*

Keywords: *analysis of the transport system, introduction of new technologies, reduction of speed limits, increase in throughput.*

Об авторах

Захаров Георгий Игоревич (Пермь, Россия) – студент (бакалавриат) Пермский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», e-mail: zakharov.g88@yandex.ru

Бартова Елена Валентиновна (Пермь, Россия) – доцент кафедры «Специальности водного транспорта и управления на транспорте», Пермский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», e-mail: bartovaev@mail.ru

УДК: 629.5.06
А.А. Идрисов[1], А.Л. Погудин [1,2;]
[1]Пермский филиал ФГБОУ ВО «ВГУВТ»,
[2]ФГАОУ ВО «ПНИПУ»,
Пермь, Российская Федерация

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ГЛАВНЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ ПРОЕКТА 911В

Аннотация. Проведено исследование концепций дистанционного автоматического управления. Пересмотрены виды имеющихся концепций дистанционного автоматического управления, предложен вид установки одной из них. Предоставлено обоснование подбора требуемого оснащения с целью работы систем дистанционного автоматического управления.

Ключевые слова: дистанционное автоматическое управление, пульт дистанционного управления, пневматические и электронные элементы, центральный блок.

В наше время все мире модернизируется, так как разные типы систем все больше морально устаревает и приходит в негодность. Пропадает надежность систем, с механического управления переходят на электрическую, для того чтобы продлить срок службы, увеличить безопасность и упростить управление данными системами. Сейчас достаточно много морально устаревших судов, но так как постройка нового судна достаточно затратная, имеет смысл модернизировать одну из систем управления.

Системы дистанционного автоматического управления (ДАУ) основными двигателями принадлежат к числу ключевых режимов автоматизации. К рабочим характеристикам, согласно которым исполняется автоматическое урегулирование, защита и сигнализирование, относятся: температура атмосферного воздуха, наддувочного воздуха в впускном коллекторе, выхлопных газов по цилиндрам и средняя за газовой турбиной, пресной вода в входе и в выходе, смазочного масла в входе также в выходе; влияние атмосферного воздуха, воздуха в впускном коллекторе, трансмиссионного масла, газов во выхлопном коллекторе, остужающей воды; крутящий момент также колебание вращения коленчатого вала. Контроль за температурой также давлением исполняется через соответствующие датчики. С целью управления величинами вращающего момента также частоты вращения коленчатого вала служит общий регламентирующий аппарат – топливодозирующая аппаратура дизеля. При этом в установившихся системах работы стабилизатор частоты вращения удерживает установленный высокоскоростной режим, меняя подачу горючего в цикл в соответствии с переменой нагрузки в агрегат.

Системы автоматизированного управления дизельными правилами гарантируют механическое выполнение как минимум последующих действий: запуск, вывод в установленный высокоскоростной режим, приостановку, реверсирование.

Задача состоит в модернизации старой механической системы управления основными дизелями в гальваническую.

Существующая система ДАУ. Формирование также полная модернизация проекта 911В. Имеет измененную надстройку с увеличенной управляющей рубкой. Лестница в рулевую рубку находится внутри надстройки. Рулевая маши-

на – гидравлическая, присутствует навигационные оборудование: компас, лаг, эхолот.

Суда обладают трехфазной бортовой сетью переменного тока. Напряжение 220/380В. Обладают дизель-генератор, что гарантирует корабль электричеством при неработающих основных двигателях.

На сегодняшний день на судне 911В проекта установлена механическая система управления. Данная система осуществляет работу главными двигателями за счет тросикового управления и визуального наблюдения. Сейчас эти системы морально устарели и обладают малой прочностью. Именно поэтому имеет смысл заменить устаревшую механическую систему управления на электрическую.

Пути решения.

Типы судов проекта 911 очень востребованы на реках всей России. Модернизация любых систем на данном проекте вполне рентабельны.

На данном типе судов в основном устанавливались двигателя 6ЧСП 18/22.

Данные двигатели производятся с 1959 года, они почти выработали свой моторесурс. Но так как на складах достаточном комплектующих на данные типы двигателей, они будут востребованы достаточно долгое время, значит, имеет смысл установки ДАУ [5].

Для модернизации системы нужно изучить общую структуру системы управления, которая представлена схемой (рис.1):

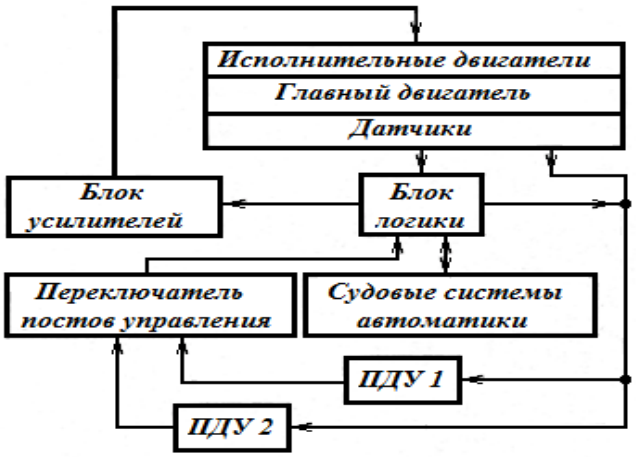


Рисунок 1. Общая структура системы управления

В структуру системы вступают 2 поста дистанционного управления: Панель дистанционного управления (ПДУ) 1 – в главный должности управления машинного отделения; ПДУ2 – в управляющей рубке. В ПДУ1 расположено оборудование дистанционного контролирования рабочих характеристик и состояния элементов, систем и приборов, но кроме того учитывается вероятность подачи абсолютно всех команд. В ПДУ2 расположено оборудование сигнализации только о состоянии ключевых элементов и приборов, оборудование контроля рабочих характеристик, характеризующие режим движения корабля (частоту вращения гребного вала) также командные органы с целью изменения порядка перемещения корабля.

В блоке логики формируются командные сигналы в основе анализа сигналов, прибывающих с ПДУ, систем судовой автоматики также разных датчиков,

осуществляющих контроль положения предмета управления (дизеля). Инструктивные сигналы с блока логики после увеличения поступают в цепочки управления работой исполнительных двигателей, воздействующих на регулирующие органы. В блоке логики располагают несколько субблоков, любой из которых гарантирует только лишь 1 процедуру управления, в соответствии с заложенной в нем программе [1].

С Целью возведения многофункциональных приборов в системах управления используют: в приборах логики – пневматические также электрические компоненты; исполнительные двигатели – гальванические, гидромеханические, пневматические; в цепочках управления – гальванические также пневматические компоненты; в системах сигнализации – гальванические компоненты.

Таблица 1

Сравнительный анализ систем

FAHM (фирма ACEA, Швеция)	ZSPN (фирма «Цегельски», Польша)
Логическая доля системы управления, реализующая методы управления, создана в базе микропроцессора «Интел-8080».	Сделана на наборе пневматических компонентов компании «Вестингауз» также определенные на судах постройки Польши.
Недостатки: Сложность установки Высокая цена	Недостатки: Морально устаревшая система Пневматические концепции восприимчивы к возникновению рабочих утечек воздуха, но также люфтов и зазоров в сочленениях валиков также рычагов, то что приводит к неправильной работе пневмоэлементов, но в ряде ситуации к нарушению функционирования концепций управления.
Достоинства: FAHM-S программируемого основного процессора (ЦП) она просто адаптируется с целью управления двигателями различных видов при маленьких изменениях в концепции. Для управления моторами главный источник включает 2 не-зависимые концепции: главный микропроцессор DS-8 также электрический стабилизатор с устройствами резервирования для регулировки частоты вращения вала также подачи горючего. При приостановке либо нарушении программ появляется запасной знак останова. Отображение аварийного состояния осуществляется при поддержке светоизлучающего диода, находящегося в схемной плате. При этом совершается сбрасывание абсолютно всех входов также выходов, но ЦП вводится в положение «Остановка». Уже после ликвидации факторов неполадки повторный запуск программы исполняется ручным способом при помощи особой клавиши.	Достоинства: Простота установки Дешевизна

К системе управления предъявляют соответствующее основные требования: она обязана быть электропневматической либо электронно-пневматической, с логической составляющей – в микроэлектронике; обязана подключаться одновременно к концепциям регионального управления, сочетаться с машинным телеграфом; обязана являться многоцелевой, воспроизводить блокирование систем местного управления, время переключения от концепции управления в местное управления не должно превышать 10 с; статическая ошибка системы управления не должна быть выше ±1,5% номинальной частоты вращения

На судах отечественного флота применяют следующие системы ДАУ: FAHM (фирма ACEA, Швеция); ZSPN (фирма «Цегельски», Польша) [2].

Модернизация. Для установки на данный проект теплохода была выбрана система фирмы FAHM:

Из рассмотренных систем, данная система является более простой и современной в обращении.

Система ДАУ FAHM-S, созданная фирмой FSEA (Швеция), предназначена для управления ГД типа «Бурмейстер и Вайн», МАН, «Зульцер», «Фиат», «Пилстик». Логическая часть системы ДАУ, реализующая алгоритмы управления, построена на основе микропроцессора «Интел-8080».

Концепция предназначена для дистанционного автоматизированного управления основными дизельными двигателями корабля с мостика и дает возможность реализовывать непосредственное урегулирование ГД с помощью машинного телеграфа (МТ) в отсутствии вмешательства оператора в ЦПУ или МО.

Вследствие присутствия в концепции FAHM-S программируемого основного процессора (ЦП) она просто адаптируется для управления двигателями различных видов при маленьких модификациях в системе.

Оборудование системы специализирована для управления тихоходными двигателями также моторами средней скорости вращения в одномашинном также двухмашинном исполнении.

Эти две панели управления и МТ объединены с основным блоком, а также с датчиками, тахометрической концепцией, конечными выключателями также исправными компонентами регулятора в основном моторе также сопряженных с ним системах подачи горючего, также продувочого воздуха [3].

Главный энергоаппаратный шкафчик содержит: источник питания, обычную мнемосхему, перепрограммируемый микропроцессор DS-8, шасси с автоматическими выключателями также имитатором, разъемы.

Для управления двигателями главный источник включает 2 независимые системы: главный микропроцессор DS-8 также электрический стабилизатор с устройствами резервирования для регулировки частоты вращения вала также подачи горючего (злак.9.3). Главный аппаратный шкафчик монтируется в ЦПУ. С выхода системы подаются сигналы к ис-полнительному элементу (непрерывный сигнал 4-20 или 20-160 мА) и к соленоидам (24 В, «Реверс вперед», «Реверс на-зад», «Стоп») [4].

Литература

1. Иванов С.К., Попов С.В. Проектирование автоматизированных гребных электрических установок. Издательство ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2014. – 62 с.

2. Кузнецов Н.А., Куропаткин П.В., Хайкин А.Б. Основы проектирования гребных электрических установок. Судостроение 1972 г.

3. Назначение и функции систем ДАУ судовыми силовыми установками. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://korallmotors.ru/shema-dau-glavnymi-dvigatelyami/ (Дата обращения: 30.01.2022).
4. Правила постройки судов. Правила Регистра [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://oceanlaw.ru/wp-content/uploads/D (Дата обращения: 31.01.2022)
5. Система ДАУ FAHM-S судовым главным двигателем судов типа «Академик Н.Вавилов» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://poisk-ru.ru/s30567t11.html (Дата обращения: 29.01.2022).

AUTOMATION OF THE REMOTE CONTROL SYSTEM OF THE MAIN ENGINES OF THE 911V PROJECT

A.A. Idrisov[1], A.L. Pogudin[1,2]
[1]Perm branch of FSFEI HE «VSUWT»
[2]FSAEI HE «PNRPU»
Perm, Russian Federation

Abstract. *The analysis of remote automatic control systems is carried out. The variants of the existing remote automatic control systems are considered, the option of installing one of them is proposed. The control system of the selected remote automatic control is analyzed. The justification of the choice of the necessary equipment for the operation of remote automatic control systems is given.*

Keywords: *remote automatic control, remote control, pneumatic and electronic elements, central unit.*

Об авторах

Идрисов Арсений Александрович (Пермь, Россия) – студент (специалитет), Пермский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», e-mail:idrisovarseny @mail.ru.

Погудин Андрей Леонидович (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, доцент, доцент отделения высшего образования, Пермский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», доцент кафедры «Информационных технологий и автоматизированных систем», ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», e-mail: pogudin_al@mail.ru.

УДК 621.313
К.В. Ковальский А.Ф. Бурков,;
ФГАОУ ВО «ДВФУ»,
Владивосток, Российская Федерация

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРЕХФАЗНЫХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Аннотация. В статье рассматриваются теоретические вопросы и представлены результаты исследований по выявлению некоторых способов повышения энергоэффективности многочисленных и разнообразных потребителей электроэнергии – асинхронных двигателей.

Ключевые слова: трехфазный асинхронный двигатель, коэффициент мощности, энергетическая эффективность.

На данный момент кажется очевидным, что решение топливно-энергетических проблем относится к заслуживающим повышенного внимания для экономического развития страны.

Из-за роста потребления ресурсов и их ограниченности, прослеживается дефицит топлива и энергии, что ведет к необходимости повышения энергосбережения за счет эффективного использования энергетических ресурсов и, в частности, электроэнергии (ЭЭ) [1, 6 и др.]. Чтобы понять, как эффективнее использовать топливно-энергетические ресурсы, необходимо проанализировать все звенья производства и использования электроэнергии [7, 8, 3].

Здесь стоит подробнее рассмотреть многочисленные потребители электроэнергии – электродвигатели (ЭД) и электроприводы (ЭП). В ближайшее время они останутся основными преобразователями электрической энергии в механическую. Благодаря своему разнообразию и распространению в различных сферах промышленности, ЭД потребляют значительную часть электроэнергии, производимой из соответствующих топливно-энергетических ресурсов.

Чтобы выполнять свою основную задачу, ЭД должны быть надежны, просты и гибки в эксплуатации, а также экономичны [9]. Как раз, поэтому наиболее широкое распространение получили трехфазные асинхронные двигатели (АД). Они имеют относительно простую конструкцию, а также высокие энергетические и эксплуатационные показатели.

Так как ЭД являются одними из основных потребителей электроэнергии, научно-технические меры, разработанные и реализованные для повышения энергоэффективности АД, могут оказать значительное влияние на энергоэффективность.

Выполненные комплексные исследования дают основание для вывода о том, что помимо искусственной компенсации в ряде случаев необходимо принимать меры для естественного снижения реактивной мощности. Научно-практический интерес представляют исследования способов естественного повышения значений коэффициента мощности (cosφ) трехфазных АД.

Статья посвящена теоретическим исследованиям по определению некоторых возможностей повышения энергетических показателей многочисленных и разнообразных по функциональному назначению АД. Экспериментальные исследования подтверждают перспективность дальнейшего развития обозначенного направления.

На основании выполненного анализа сделан вывод, что во многих отраслях промышленного производства к многочисленной и разнообразной группе потребителей ЭЭ относятся АД ЭП станков (металлорежущих, фрезерных и т.д.), работающие в различных режимах.

К основным энергетическим показателям АД относится их коэффициент мощности (cosφ).

Для оценки качественных характеристик ЭЭ широко используется усредненная величина средневзвешенного коэффициента мощности $\cos\varphi_{ср}$ за определенный промежуток времени, которая может быть определена как [5]:

$$\cos\varphi_{\text{ср}} = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{A_v}{A_w}\right)^2}} = \frac{A_w}{\sqrt{A_w^2+A_v^2}}, \quad (1)$$

где A_v и A_w – показания счетчиков реактивной и активной мощности.

Потребление активной мощности в ряде случаев оценивается коэффициентом ее использования $k_{ис}$, выражаемым соотношением

$$k_{\text{ис}} = \frac{\text{Р}_{\text{ср}}}{\text{Р}_{\text{ном}}}, \quad (2)$$

где $P_{ср}$, $P_{ном}$ – среднее за исследуемый временной интервал значение активной мощности и номинальная мощность, соответственно.

Характерной эксплуатационной особенностью многих ЭП станков, обусловленной технологическими процессами (ТП), является относительная длительность работы с нагрузками на валах ЭД, близких к холостому ходу, и не превышающими 50 % от $P_{ном}$. ЭД приводов станков относительно небольшой мощности (строгальных, фрезерных и др.) имеют меньшие значения коэффициента мощности ($\cos\varphi \approx 0{,}4$, $k_{ис} \approx 0{,}14$). У ЭД достаточно больших мощностей аналогичные показатели незначительно изменяются в сторону увеличения ($\cos\varphi$ – до 0,5; $k_{ис}$ – до 0,16) [2, с. 38].

Наряду с искусственными мероприятиями, направленными на повышение качества ЭЭ путем компенсации реактивной мощности, на производственных предприятиях выполняются организационно-технические мероприятия, направленные на естественное снижение реактивной мощности [4]: упорядочение ТП, направленное на улучшение энергетических режимов; ограничение или исключение работы ЭД на холостом ходу; замена мало загруженных ЭД двигателями меньшей мощности; применение синхронных ЭД взамен асинхронных, и др.

Очевидно, что большинство перечисленных мероприятий направлено на устранение погрешностей проектирования.

Анализ групп потребителей ЭЭ и их режимов работы дает основание сделать вывод о целесообразности углубленных исследований и разработки способов естественного повышения $\cos\varphi_{ср}$ для отдельных приемников, включающих АД.

Коэффициенты мощности $\cos\varphi$ АД трехфазного переменного тока в значительной степени зависят от их токов холостого хода I_0, которые достигают до 40 % от номинальных величин токов $I_н$. Реактивная мощность Q таких двигателей во многом определяется нагрузкой (моментами сопротивления M_c) на их валах. У многих асинхронных ЭД реактивная мощность холостого хода Q_0 составляет в среднем около 70 % от реактивной мощности $Q_н$ ЭД при номинальной нагрузке $M_{сн}$.

Функция реактивной мощности Q АД от момента сопротивления на валу (коэффициента загрузки) двигателя рассчитывается по формуле [2, с. 44]:

$$Q = \frac{P_{\text{н}}}{\eta_{\text{н}}}\left(\frac{I_0}{I_{\text{н}}\cos\varphi_{\text{н}}} + k_{\text{з}}\left(\text{tg}\varphi_{\text{н}} - \frac{I_0}{I_{\text{н}}\cos\varphi_{\text{н}}}\right)\right), \quad (3)$$

или по формуле [4]

$$Q = Q_0 + k_{\text{з}}^2(Q_{\text{н}} - Q_0). \quad (4)$$

В (3) и (4) $k_{\text{з}}$ – коэффициент загрузки ЭД.

Для исследований был использован имеющийся в наличии трехфазный асинхронный ЭД с короткозамкнутым ротором АО2-41-4 (номинальное напряжение статора двигателя $U_н$ = 380/220 В; номинальная мощность $P_н$ = 4,0 кВт; $I_н$ = 8,3/14,4 А; номинальная частота вращения ротора $n_{rн}$ = 1410 об/мин; $\cos\varphi_н$ = 0,85; $\eta_н$ = 0,86).

Согласно поставленной задачи, проведены экспериментальные исследования, при которых АД типа АО2-41-4 был подключен напрямую к сети переменного тока напряжением 380 В или через автотрансформатор.

Для вычисления мощности Р, потребляемой исследуемым асинхронным ЭД из сети использовано выражение

$$P = \frac{m_s}{\sqrt{3}} U_{\text{фн}} I_s \cos\varphi, \tag{5}$$

где m_s= 3 – число фаз обмотки статора АД; I_s – ток статора АД.

Коэффициент $\cos\varphi$ АД в (5) измерялся фазометром.

Мощность P_2 на валу асинхронного ЭД определялась по полученным экспериментальным данным с использованием формулы

$$P_2 = P\eta, \tag{6}$$

и рабочим характеристикам исследуемого АД типа АО2-41-4, построенным на основании каталожных данных – рис. 1.

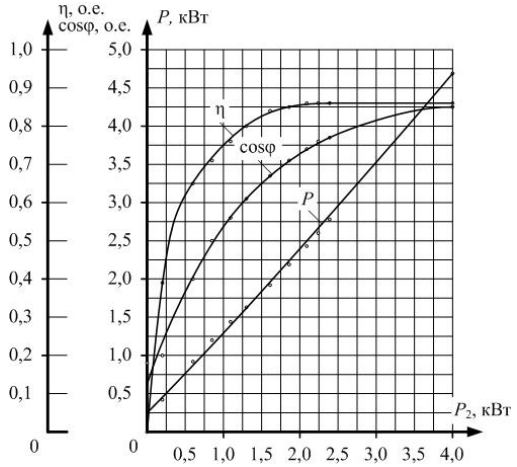


Рисунок 1. Рабочие характеристики трехфазного АД типа АО2-41-4

При экспериментальных исследованиях для отдельного определенного значения нагрузки (момента сопротивления на его валу M_c) напряжение статора U_ϕ (или U_s) АД изменялось при помощи автотрансформатора до величин, соответствующих наибольшему значению коэффициента мощности АД.

По результатам исследований и расчетов построены графики зависимостей $U_s = f(P_2)$, $\cos\varphi = f(P_2)$ и $\eta = f(P_2)$, представленные на рис. 2.

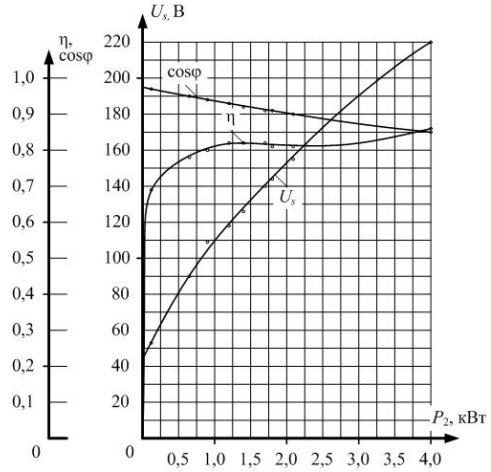


Рисунок 2. Графики зависимостей $U_s = f(P_2)$, $\cos\varphi = f(P_2)$ и $\eta = f(P_2)$

Проанализировав основные полученные данные выявлена закономерность заключающаяся в следующем: при регулировании напряжения статора U_s (или $U_ф$) трехфазных асинхронных ЭД в функции нагрузки наименьшее значение коэффициента мощности cosφ соответствует его номинальной величине cosφ$_н$ = 0,85 = min при мощности двигателя $P_2 = P_{2н} = 4{,}00$ кВт и $U_s = U_{фн} = 220$ В. Наибольшее фиксированное значение cosφ$_{max}$ соответствует мощности $P_2 = 0{,}12$ при $U_s = 53$ В.

В результате исследования были изучены способы повышения коэффициента мощности АД естественным путем, при коэффициенте загрузки $k_з < 1$. Если реализовать это на практике, то можно будет получить значение средневзвешенного коэффициента мощности cosφ$_{ср}$ не менее 0,9 для предприятий, использующих АД.

Литература

1. Зарубежный опыт стимулирования энергосберегающих мероприятий, Петров И. В., Коробова О. С. // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2016. № 1-1. С.127-138.
2. Повышение энергоэффективности морского транспорта и транспортной инфраструктуры: моногр., Бурков А. Ф., Веревкин В. Ф., Радченко П. М., СПб.: Лань, 2019. 132 с. ISBN 978-5-8114-3852-5.
3. Повышение энергоэффективности силовых энергетических установок малотоннажных пассажирских судов, Бурков А. Ф., Миханошин В. В., Нгуен В. Х. // Омский научный вестник. 2021. № 4 (178). С. 46–51.
4. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию / под ред. А. А. Федорова. Т. 1. Электроснабжение. М.: Энергоатомиздат, 1986. 568 с.
5. Электроснабжение строительно-монтажных работ, Глушков Г. Н. М.: Стройиздат, 1982. 232 с.
6. Энерго-ресурсосберегающий эффект в системах электроснабжения жилых комплексов от актуализации нормативов электрических нагрузок, Солуянов Ю. И., Ахметшин А. Р., Солуянов В. И. // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2021. Т. 23, № 1. С. 156-166.
7. A new control algorithm for energy conservation from main grid during generation intermittence in the micro grids using AC electric springs, Cherukuri S. H. C., Saravanan B., Swarup S. // 21-st Century Energy Needs Materials, Systems and Applications (ICTFCEN), Nov. 17–19, 2016. Kharagpur P. 1–6**.** DOI: 10.1109/ICTFCEN.2016.8052752.
8. Comparative Assessment of the Energy Consumption of Induction and Synchronous Reluctance Drives of a Pump Unit Taking into Account Losses in a Frequency Converter, Kazakbayev V. M., Prakht V. A., Dmitrievskii V. A., Oshurbekov S. K., Mohamed N. I. A // Russian Electrical Engineering. 2021. Vol. 92, no. 1. P. 38–42. DOI: 10.3103/S1068371221010053.
9. Multiobjective electric machine optimization for highest reliability demands, Bramerdorfer G. // CES Transactions on Electrical Machines and Systems. 2020. Vol. 4, Issue 2. P. 71–78. **DOI:** 10.30941/CESTEMS.2020.00011.

INCREASING THE ENERGY CHARACTERISTICS OF THREE-PHASE ASYNCHRONOUS MOTORS

K.V. Kovalskiy, A.F. Burkov
FSAEI HE «FEFU»
Vladivostok, Russian Federation

Abstract. *The article discusses theoretical issues and presents the results of research to identify some methods to improve the energy efficiency of numerous and diverse consumers of electricity - asynchronous motors.*

Keywords: *three-phase asynchronous motor, power factor, energy efficiency.*

Об авторах

Ковальский Константин Владиславович (Владивосток, Россия) – аспирант Департамента энергетических систем Политехнического института ФГАОУ

ВО «Дальневосточный федеральный университет», e-mail: kovalskiy_kostya@mail.ru.

Бурков Алексей Федорович (Владивосток, Россия) – доктор технических наук, доцент, профессор Департамента энергетических систем Политехнического института ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», e-mail: burkov.22@mail.ru.

УДК 621.382
К.В. Корсак, П.Э. Новиков, В.А. Иванчик,
УО «БГУИР»,
Минск, Республика Беларусь

РАЗРАБОТКА 8-БИТНОГО МИКРОКОНТРОЛЛЕРА

Аннотация. В статье описывается разработка и реализация блока памяти и арифметико-логического устройства (АЛУ) 8-битного микроконтроллера (МК) с архитектурой компьютера с сокращенным набором команд (англ. reduced instruction set computer, RISC) в программном продукте Cadence Virtuoso на основе КМОП-транзисторов с проектными нормами 180 нм. Проведена оптимизация времен задержек и средней потребляемой мощности.

Ключевые слова: 8-битный микроконтроллер, статическая память с произвольным доступом, арифметико-логическое устройство, Cadence.

Введение

При проектировании устройств обработки информации основной проблемой является соблюдение двух взаимоисключающих требований: высокой производительности и низкого энергопотребления. Распространенным является построение МК по архитектуре RISC. В наиболее общем виде МК, построенный таким образом, состоит из микропроцессора, блока памяти, интерфейсов ввода-вывода, аналого-цифрового преобразователя, широтно-импульсного модулятора и различных модулей связи [4]. Относительно простая архитектура позволяет быстро обучаться принципам работы данного устройства. Ядро МК выполняет последовательности операций (арифметических, логических, обмена информацией), предусмотренных программой решения задачи, организует обращение к памяти, инициирует работу периферийных устройств, обрабатывает запросы. Эти события состоят из стадий, выполняемых за один или несколько тактов и сопровождающихся обращением к памяти [2]. В качестве вычислительных блоков наибольшее распространение получили АЛУ, работающие с целочисленным типом данных и характеризующиеся простотой реализации и высокой скоростью обработки информации [1]. В данной статье рассматриваются основные блоки МК – блок памяти и АЛУ.

Для сокращения трудоемкости, времени и стоимости проектирования МК применяют системы автоматизированного проектирования (САПР). Мировыми лидерами в данной области являются программные продукты компаний Mentor Graphics, Synopsys и Cadence [6]. В данной работе применяется САПР Cadence Virtuoso, обеспечивающий совместную разработку цифровых и аналоговых компонентов в единой среде, выполнение оптимизированных по времени расчетов и поддержку языков описания аппаратуры.

Схемотехнические решения

Структурная схема ядра разработанного МК показана на рисунке 1. В данной работе не будут рассмотрены таймерный блок и блок ввода/вывода данных. Один из ключевых компонентов любой системы обработки данных – АЛУ, который разработан с использованием блоков арифметических и логических операций: «И», «ИЛИ», «НЕ», «ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ», «ДОПОЛНЕНИЕ» и позволяет выполнять операции сложения, вычитания [5].

Основой АЛУ служит целочисленный многоразрядный сумматор, выполненный на основе КМОП-транзисторов с проектными нормами 180 нм. Схема сумматора дополнена логикой, расширяющей функциональные возможности и обеспечивающей перестройку с одной операции на другую.

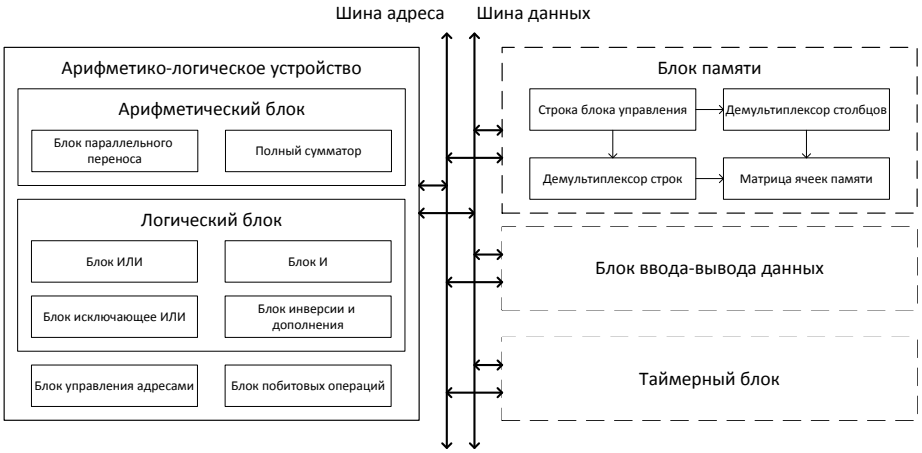


Рисунок 1. Структурная схема ядра МК

Временная диаграмма, демонстрирующая работу сумматора, приведена на рисунке 2, на котором изображены входные сигналы переключения dir режима суммирования (логическая единица) и вычитания, сигнал переноса (займа) для младшего разряда p0, выходные сигналы суммы S0-S7, займа Z8 и переноса P8 из 9-го разряда, что соответствует следующим, чередующимся каждые 0,5 мкс, операциям: 255+255+1, 126+219+1, 183-237, 54-201.

При моделировании эксплуатационных характеристик установлено, что время задержки сигнала по уровню 50% при переключении из логического «0» в логическую «1» $t_{з01}$ составляет 0,85 нс, из «1» в «0» $t_{з10}$ – 1,19 нс, среднее потребление мощности составляет 42,98 мкВт.

Входные сигналы извлекаются из памяти по адресам, определенным в командах (или, в случае констант, из кода команды), и поступают в АЛУ по шине данных, через которую также происходит запись выходных сигналов в память. Ячейка памяти построена по схеме статической памяти с произвольным доступом (англ. Static random-access memory, SRAM) (рисунок 3). Часто используемой реализацией ячейки SRAM 6-транзисторная (6-T) КМОП-ячейка памяти, которая состоит из двух инверторов (нагрузочные транзисторы VT1, VT2 и разгрузочные VT5, VT6) и двух МОП-транзисторов доступа (VT3 и VT4), подключенных к паре битовых линий (BT, BB). Два МОП-транзистора доступа также подключены к линии WL. Чтобы сформировать триггер, вход и выход одного инвертора соединены с выходом и входом другого инвертора [3]. Сигналы BT и BB (рисунок 4) поступают на триггеры, формируя прямой Q и инверсный $\overline{Q}$ выходные сигналы.

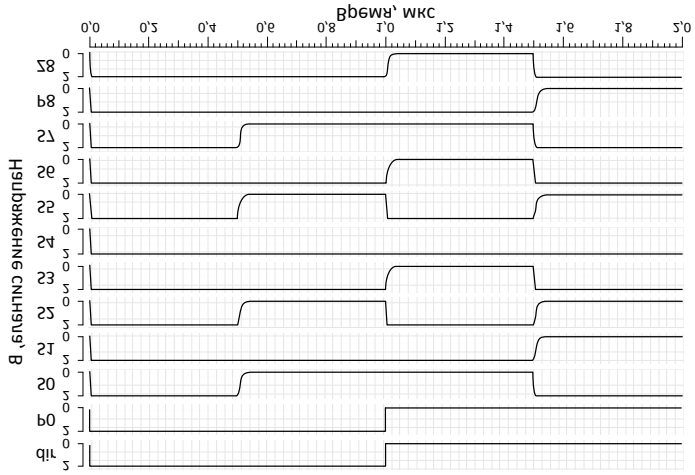


Рисунок 2. Временная диаграмма, демонстрирующая работу сумматора

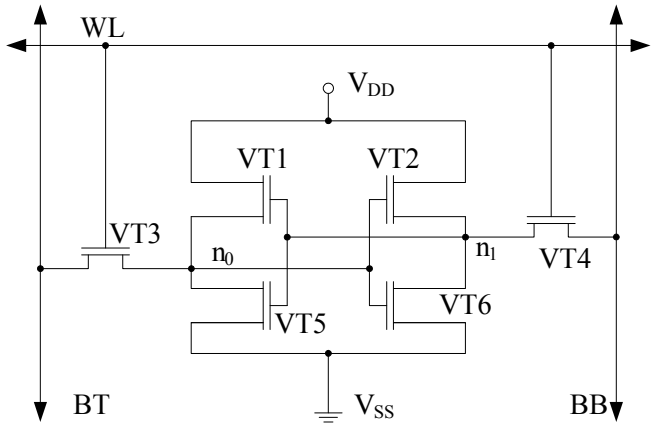


Рисунок 3. Ячейка статической памяти с произвольным доступом

Матрица ячеек памяти состоит из столбцов и строк таких ячеек, где к каждому столбцу привязан свой блок управления памятью. Последовательность блоков управления называется строкой блоков управления. Каждый из них состоит из устройств, чьими входными сигналами являются: тактовая частота CLK, сигнал записи (чтение происходит каждый такт, когда не происходит запись) WR и сигнал данных для записи в ячейку памяти in.

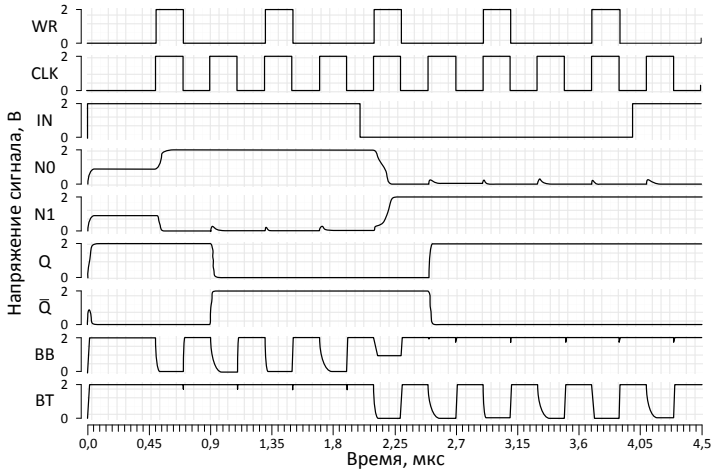


Рисунок 4.Временная диаграмма, демонстрирующая работу ячейки памяти

Выходные сигналы описывают логическое состояние ячейки, т. е. записанные в неё логические «0» или «1». В каждом блоке управления происходит предварительная запись, после чего по шинам данных нужный бит записывается в выбранную ячейку памяти. Система адресации состоит из 2-ух демультиплексоров – по одному для выбора строк и столбцов.

Временная диаграмма, демонстрирующая работу ячейки памяти при тактовой частоте 1 МГц, приведена на рисунке 4. При моделировании эксплуатационных характеристик установлено, что среднее потребление мощности одной ячейкой памяти составляет 10 мкВт, $t_{з10}$ = 425,6 пс и $t_{з01}$ = 288,6 пс.

Оптимизация времени задержек и средних потребляемых мощностей проводилась путем разделения широких транзисторов на пальцы для уменьшения их ёмкостей и сокращения использования поликремния для межсоединений для уменьшения паразитных сопротивлений. После проведения оптимизации для сумматора $t_{з01}$ = 0,82 нс (уменьшилась на 3,9%), $t_{з10}$ = 1,14 нс (уменьшилась на 4,4%), среднее потребление мощности составляет 41,26 мкВт (уменьшилось на 4,0%). Для одной ячейки памяти $t_{з10}$ = 409,4 пс (уменьшилась на 3,8%), $t_{з01}$ = 273,9 пс (уменьшилась на 5,1%), а среднее потребление мощности составляет 9,67 мкВт (уменьшилось на 3,3%).

Заключение

С помощью системы автоматизированного проектирования компании Cadence Virtuoso была проведена разработка блока памяти и АЛУ 8-битного микроконтроллера с архитектурой RISC на основе КМОП-транзисторов с проектными нормами 180 нм. Для разработанного устройства проведена оптимизация времени задержек и средних потребляемых мощностей: для сумматора $t_{з01}$ = 0,82 нс (уменьшилась на 3,9%), $t_{з10}$ = 1,14 нс (уменьшилась на 4,4%), среднее потребление мощности составляет 41,26 мкВт (уменьшилось на 4,0%); для ячейки памяти – $t_{з10}$ =409,4 пс (уменьшилась на 3,8%), $t_{з01}$ = 273,9 пс (уменьшилась на 5,1%), среднее потребление мощности составляет 9,67 мкВт (уменьшилось на 3,3%).

Литература

1. Güven, Y. Understanding the Concept of Microcontroller Based Systems to Choose the Best Hardware for Applications / Y. Güven, E. Coşgun, S. Kocaoğlu, H. Gezİcİ, E. Yilmazlar // International Journal of Engineering and Science Vol. 6 Issue 9, Sep 2017, pp. 38-44.

2. Osada, K., Low power and reliable SRAM memory cell and array design // Springer Series in Advanced Microelectronics, vol. 31, 2011, pp. 5-10.

3. Priyanka, M. Design and Analysis of Competent Arithmetic and Logic Unit for RISC Processor / M. Priyanka, T. Ravi // Journal of Engineering and Applied Sciences, Vol. 11 Issue 10, Jun 2016, pp. 7141-7146.

4. Sinha, P. K, 8 Bit Single Cycle Processor / P. K Sinha, S. Ahluwalia, D. Gupta // International Journal of Computer Engineering & Technology, Vol. 10 Issue 2, 2019, pp. 160-168.

5. Swetha, S. Design of High Speed, Area Optimized and Low Power Arithmetic and Logic Unit. Advances in Industrial Engineering and Management / S. Swetha, MD. Afreen Begum // Vol. 6 Issue 1, 2017, pp. 26-31.

6. Wan, B. Overview of Commercially-available Analog/RF Simulation engines and design environment / B. Wan, X. Wang // 12th IEEE International Conference on Solid-State and Integrated Circuit Technology, 2014.

DEVELOPMENT OF AN 8-BIT MICROCONTROLLER

K.V. Korsak, P.E. Novikov, V.A. Ivanchik,
EI «BSUIR»
Minsk, Republic of Belarus

***Abstract**. The paper describes the design and implementation of a memory and arithmetic logic unit of an 8-bit microcontroller with reduced instruction set computer architecture in the Cadence Virtuoso software product based on CMOS transistors with 180 nm design standards. Optimization of delay times and average power consumption is performed.*

***Keywords**: 8-bit microcontroller, static random-access memory, arithmetic-logic unit, Cadence.*

Об авторах

Корсак Кирилл Витальевич (Минск, Белоруссия) – студент кафедры микро- и наноэлектроники, УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», e-mail: korsak_kv@mail.ru

Новиков Павел Эдуардович (Минск, Белоруссия) – студент кафедры микро- и наноэлектроники, УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», e-mail: novikovpe00@mail.ru

Иванчик Владислав Александрович (Минск, Белоруссия) – студент кафедры микро- и наноэлектроники, УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», e-mail: ivanchikv@mail.ru

УДК 621.382

П.С. Кратович, Р.Е. Тернов, И.Ю. Ловшенко;
УО «БГУИР»,
Минск, Республика Беларусь

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АРСЕНИД-ГАЛЛИЕВОГО ГЕТЕРОПЕРЕХОДНОГО БИПОЛЯРНОГО ТРАНЗИСТОРА

Аннотация. Представлены результаты моделирования электрических характеристик приборной структуры гетеропереходных биполярных транзисторов на основе GaAs. Определены статические и динамические параметры для схемы с общим эмиттером.

Ключевые слова: гетеропереход, гетеропереходный биполярный транзистор, $A_{III}B_{V}$, S-параметры.

Введение

Актуальной задачей силовой и СВЧ-электроники является поиск и применение новых материалов, способных отвечать заданным требованиям частоты и стабильности электрических параметров от температуры.

Схемы на основе кремния в данной сфере исчерпывает себя, так как не обеспечивают требуемого быстродействия [1]. Полупроводниковые соединения групп $A_{III}B_{V}$ (InAs, GaAs и т. д.) и $A_{II}B_{VI}$ (CdSe, ZnS и т. д.) данным недостатком не обладают. Основными преимуществами полупроводников группы $A_{III}B_{V}$ являются малая эффективная масса носителей электрического заряда и, соответственно, высокая подвижность этих носителей. Изменение атомарного состава соединений, например, $Al_xGa_{x-1}As$ или $GaAs_xP_{1-x}$, позволяет получать полупроводниковые кристаллы с вариациями периода кристаллической решетки и с разной шири-

ной запрещенной зоны энергий от 0,17 эВ в InSb до 3,39 эВ – в GaN [1]. Повышение ширины запрещенной зоны по сравнению с кремнием обеспечивает увеличение диапазона рабочих температур. Рассмотренные преимущества позволяют создавать полупроводниковые приборы с повышенными частотными характеристиками на основе гетероструктур – гетеропереходный биполярный транзистор (ГБТ) и Гетеропереходный полевой транзистор (транзистор с повышенной подвижностью электронов, ТППЭ). Характеристики устройства и принцип работы ГБТ на основе гетероструктуры GaAs/AlGaAs отличаются от характеристик обычных кремниевых биполярных транзисторов [4].

Интерес для изучения представляют входные и выходные характеристики: коэффициент передачи по току h_{21}, напряжение пробоя перехода коллектор-база $U_{\text{прКБ}}$, граничная частота коэффициента передачи тока $f_{\text{гр}}$, предельной частоты коэффициента передачи тока биполярного транзистора $f_{\text{пред}}$, коэффициенты отражения входной и выходной цепи S_{11} и S_{22}, коэффициенты прямой и обратной передачи напряжения S_{21} и S_{12}.

Важным этапом, при проектировании новых полупроводниковых устройств, а также улучшением эксплуатационных характеристик уже созданных приборов, является компьютерное моделирование технологического маршрута изготовления и электрических характеристик. Применение программного комплекса компании Silvaco [7] или Synopsys [8] позволит произвести адекватный расчет электрических и эксплуатационных характеристик для структур с заданными параметрами, а также использовать полученные результаты при оптимизации конструктивно-технологических параметров приборной структуры ГБТ на основе арсенида галлия.

Приборная структура гетеропереходного транзистора

В качестве базовой выбрана приборная структура ГБТ, приведенная на рисунке 1, а [5]. Атомный состав $Al_xGa_{x-1}As$, работа выхода контактных областей, концентрация легирующей примеси в слоях (таблица 1) являются критически важной для моделирования эксплуатационных характеристик информацией. На рисунках 1, б-г представлены зонные диаграммы в области эмиттера (вдоль линии 1, проходящей через точку с координатой x=6 мкм), базы (2, x=14 мкм) и коллектора (3, x=24,5 мкм).

Таблица 1

Параметры базовой приборной структуры HBT

	Знач.	Параметр	Знач.
Атомный состав $Al_xGa_{x-1}As$ X, о.е.	0,14	Конц. примеси в субколлекторе, $см^{-3}$	$5 \cdot 10^{19}$
Работа выхода (эмиттер) WF1, эВ	3,95	Конц. примеси в коллекторе, $см^{-3}$	10^{17}
Работа выхода (база) WF2, эВ	5,5	Конц. примеси в базе, $см^{-3}$	10^{18}
Работа выхода (коллектор) WF3, эВ	4,0	Конц. примеси в n-эмиттере, $см^{-3}$	10^{17}
Конц. примеси в подложке, $см^{-3}$	0,0	Конц. примеси в n^+-эмиттере, $см^{-3}$	10^{18}

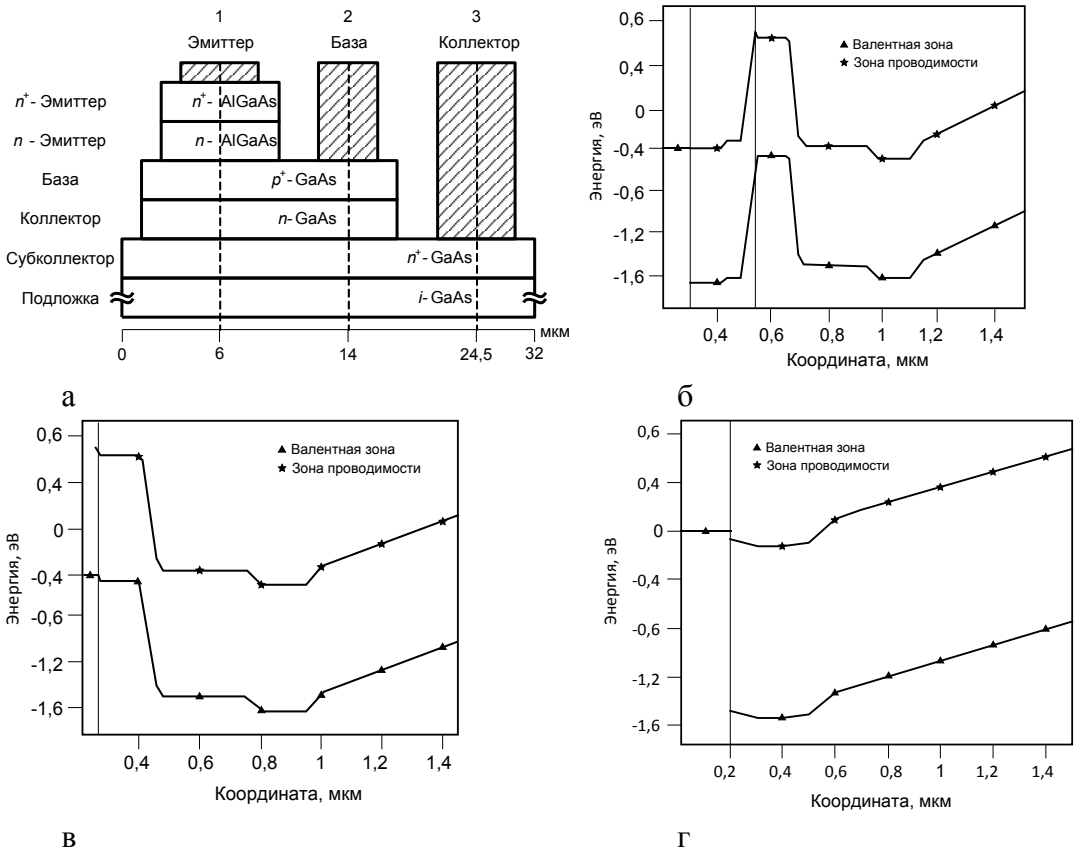


Рисунок 1.Структура транзистора (а), и зонные диаграммы вдоль линий 1 (б), 2 (в) и 3 (г)

Топологические размеры транзистора соответствуют рисунку 2. Площадь, занимаемая транзистором, составляет 1120 мкм^2, площадь эмиттера – 75 мкм^2, базы – 125 мкм^2, коллектора – 243 мкм^2.

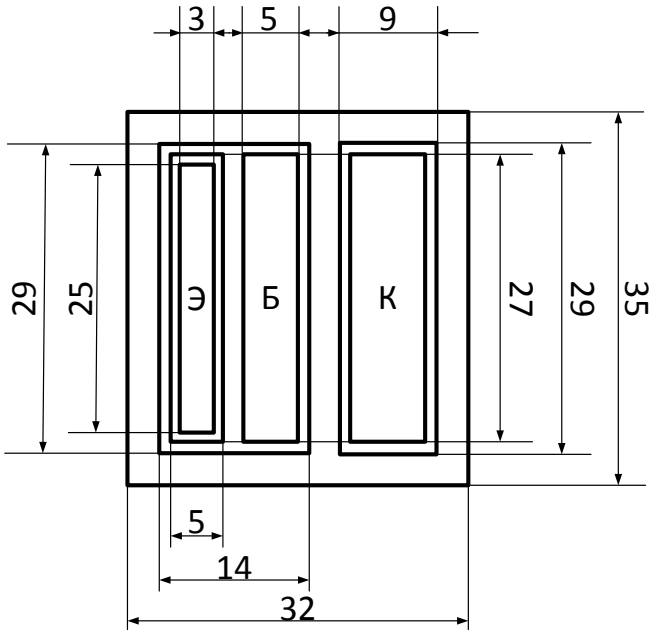


Рисунок 2. Топологическое представление приборной структуры НВТ

Результаты

Моделирование эксплуатационных характеристик арсенид-галлиевого ГБТ выполнено в программном комплексе компании Silvaco. Ширина запрещенной зоны, плотности состояний и другие основные параметры материала для $Al_xGa_{x-1}As$ рассчитываются на основе аналитических зависимостей указанных величин от атомарного состава [2]. Время жизни носителей, изменение подвижности в слабых и сильных электрических полях – определяется уровнем легирования в соответствующих областях. В программном комплексе компании Silvaco реализовано несколько методов численного решения системы уравнений дискретной физико-топологической модели. Для адекватного решения диффузионно-дрейфовой модели использовались численные методы Гуммеля и Ньютона, таким образом, что система рассчитывается изначально по методу Гуммеля, а в случае, когда сходимость не достигается – методом Ньютона. Такое применение возможностей программного комплекса обеспечивает высокую точность расчетов [7].

Для определения напряжения пробоя использованы модель ударной ионизации Зелберхера (selb), модель рекомбинации Шокли-Рида-Холла (srh) – устанавливающая фиксированное значение времени жизни неосновных носителей заряда, и модель подвижности при высоких электрических полях (fldmob).

Результат моделирования при напряжениях на базе и эмиттере $V_Б = V_Э = 0$ В представлен на рисунке 3, а. Установлено, что пробой происходит при напряжении на коллекторе равном 10,5 В.

В работе [3] проведено исследование по определению зависимости напряжения пробоя от параметров структуры, и, установлено, что величина напряжения пробоя перехода коллектор-база в большей степени зависит от уровня легирования и толщины коллектора, и в меньшей от уровня легирования и толщины базы. Чем меньше уровень легирования и больше толщина коллекторного слоя, тем выше напряжение пробоя на этом переходе.

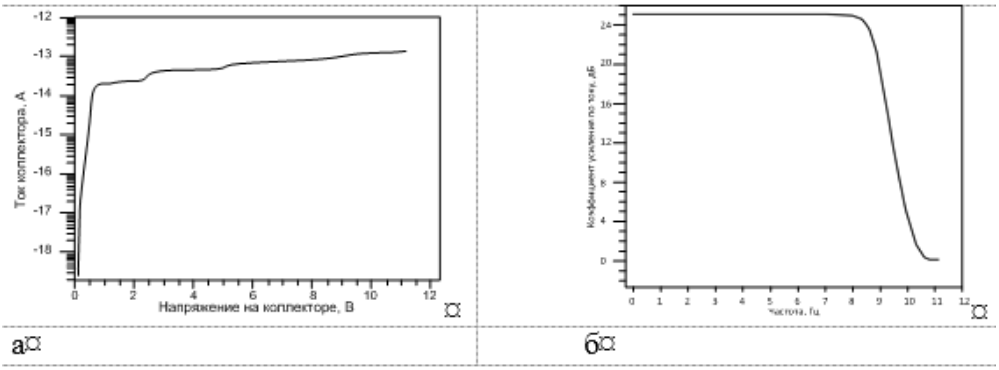
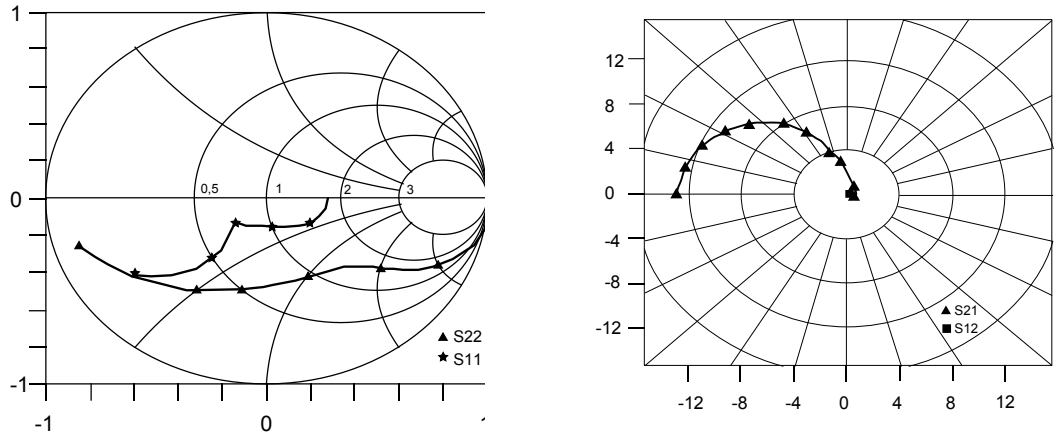


Рисунок 3. Зависимость тока коллектора от напряжения на коллекторе (а) и зависимость коэффициента усиления переменного тока от частоты (б)

Для проведения DC- и AC-анализа помимо ранее использованных моделей дополнительно подключена модель optr, обеспечивающая учет оптической генерации и радиационной рекомбинации, и статистика Ферми-Дирака.

В соответствии с реализованным в программном комплексе компании Silvaco алгоритмом сначала рассчитываются напряжения и токи при фиксированном напряжении на электродах ($V_Б = V_К = 2{,}0$ В), далее рассчитываются малосигнальные параметры для диапазона частот от 10 Гц до 100 ГГц.

Зависимость коэффициента усиления переменного тока от частоты представлена на рисунке 3, б, значений параметров S_{11} и S_{22}, а также параметров S_{12} и S_{21} при изменении частоты – на рисунке 4, а и б соответственно.



а б

Рисунок 4. Зависимость параметров S_{11} и S_{22} (а) и параметры S_{12} и S_{21} (б) от частоты

Установлено, что частота среза (предельная) для коэффициента усиления переменного тока h_{21} равняется 0,6 ГГц, а граничная частота – 32 ГГц.

Зависимость токов базы и коллектора от напряжения на коллекторе представлена на рисунке 5.

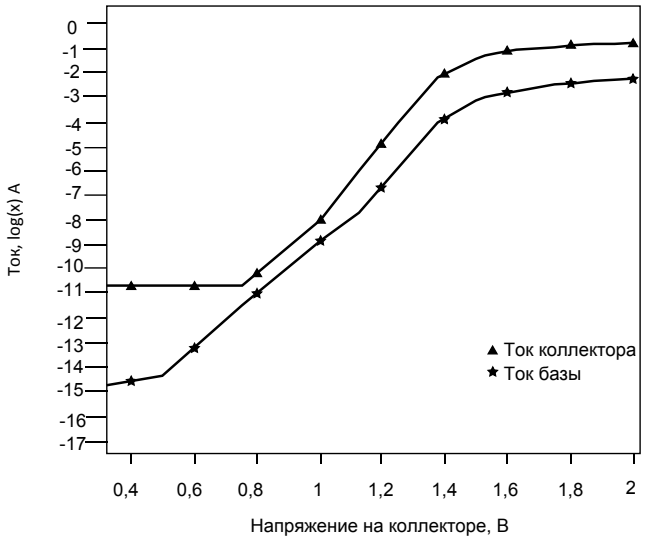


Рисунок 5. Зависимости тока базы и коллектора от напряжения на коллекторе

Установлено, что входная характеристика транзистора имеет линейную область в диапазоне от 0,5 до 1,4 В. Выходная характеристика имеет прямую область в диапазоне от 0 до 0,75 В, и линейную область в диапазоне от 0,75 до 1,4 В. Значения коэффициента передачи по току в зависимости от напряжения на коллекторе приведены в таблице 2. В установившемся режиме при напряжении 1,6 В транзистор обладает максимальным значением коэффициента усиления h_{21}, равному 45.

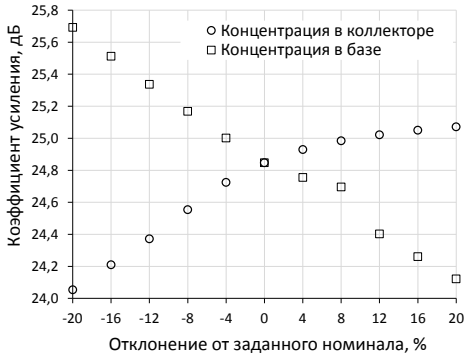
Таблица 2

Зависимость коэффициента передачи по току h_{21} от напряжения на коллекторе

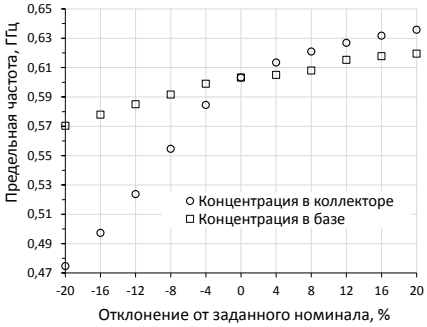
Напряжение на коллекторе, В	Ток базы, А	Ток коллектора, А	Коэффициент передачи по току, б.р.в.
0,4	$5 \cdot 10^{-15}$	$3 \cdot 10^{-10}$	$6 \cdot 10^{4}$
0,6	$8 \cdot 10^{-14}$	$3 \cdot 10^{-10}$	$3{,}75 \cdot 10^{3}$
0,8	$1 \cdot 10^{-11}$	$8 \cdot 10^{-11}$	8
1	$2 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-8}$	5
1,2	$4 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-5}$	50
1,4	$2 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-3}$	45
1,6	$2 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-2}$	45
1,8	$5 \cdot 10^{-3}$	0,2	40
2	$7 \cdot 10^{-3}$	0,3	42,85

Из расчетов [6] следует, что частотные характеристики ГБТ зависят от сопротивления базы, сопротивления коллектора, емкости база-коллектор, и времени пролета носителей заряда в базе и коллекторе.

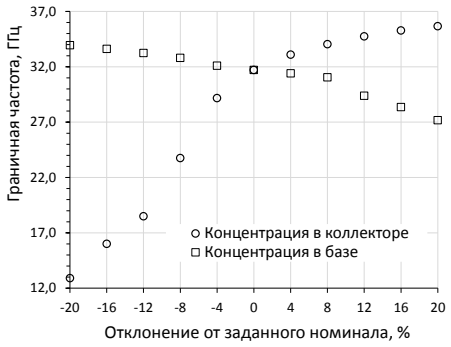
Было проведено исследование зависимости коэффициента усиления h_{21} предельной и граничной частоты, от уровня легирования базового и коллекторного слоя. Изменение концентрации легирующей примеси в базе и коллекторе проводилось в диапазоне 20% от номинала, с шагом 4%. Концентрация в одной области изменялась при постоянном значении в другой. Результат исследования зависимости коэффициента усиления h_{21}, предельной и граничной частоты приведен на рисунке 6, а, б, в соответственно.



а



б



в

Рисунок 6. Зависимости электрических параметров от изменения уровня легирования примеси в базе и коллекторе

Установлено, что при уменьшении уровня легирования в коллекторной области на 20 % (со значения 10^{17} см$^{-3}$ до $8 \cdot 10^{16}$ см$^{-3}$), исследуемые электрические параметры уменьшаются: коэффициент усиления h_{21} на 3,2 % (со значения 24,85 дБ до 24,05 дБ), предельная и граничная частоты на 21,3 % (со значения 0,6 ГГц до 0,48 ГГц) и на 59,3 % (со значения 31,71 ГГц до 12,9 ГГц) соответственно. При увеличении уровня легирования на 20 % (со значения 10^{17} см$^{-3}$ до $1{,}2 \cdot 10^{17}$ см$^{-3}$) исследуемые электрические параметры увеличиваются: коэффициент усиления h_{21} на 0,9 % (со значения 24,85 дБ до 25,07 дБ), предельная и граничная частоты на 5,4 % (со значения 0,6 ГГц до 0,63 ГГц) и на 12,45 % (со значения 31,71 ГГц до 35,66 ГГц) соответственно.

При уменьшении уровня легирования в базовой области на 20 % (со значения 10^{18} см$^{-3}$ до $8 \cdot 10^{17}$ см$^{-3}$) выявлена следующая зависимость исследуемых электрических характеристик: коэффициент усиления h_{21} и граничная частота – увеличиваются на 3,4 % (со значения 24,84 дБ до 25,69 дБ) и 7,03 % (со значения 31,71 ГГц до 33,94 ГГц) соответственно, а предельная частота – уменьшается на 5,44 % (со значения 0,6 ГГц до 0,57 ГГц). Обратная зависимость проявляется соответственно при увеличении концентрации на 20 % (со значения 10^{18} см$^{-3}$ до $1{,}2 \cdot 10^{18}$ см$^{-3}$): уменьшение коэффициента усиления h_{21} на 2,91 % (со значения 24,84 дБ до 24,12 дБ), граничной частоты на 14,31 % (со значения 31,71 ГГц до 27,17 ГГц) соответственно, и, увеличение предельной частоты на 2,7 % (со значения 0,6 ГГц до 0,62 ГГц).

Заключение

В программном комплексе компании Silvaco выполнено моделирование электрических характеристик базовой приборной структуры ГБТ, приведенной на рисунке 1, а: коэффициента передачи по току h_{21} (рисунок 5), напряжения пробоя перехода коллектор-база $U_{\text{прКБ}}$ (рисунок 3, а), граничной частоты $f_{\text{гр}}$ и предельной частоты $f_{\text{пред}}$ (рисунок 3, б), коэффициентов отражения входной и выходной цепи S_{11} и S_{22} (рисунок 4, а), коэффициентов прямой и обратной передачи напряжения S_{21} и S_{12} (рисунок 4, б).

Установлено, что структура с заданными параметрами имеет:

- предельную частоту – 0,6 ГГц;
- граничную частоту – 32 ГГц;
- пробивное напряжение перехода коллектор-база – 10,5 В;
- коэффициент передачи по току в установившемся режиме – 45 б. р. в.;

Показано, что частотные характеристики и коэффициент усиления h_{21}, сильно зависят от уровня легирования базовой и коллекторной области (рисунок 6, а, б, в). Определено, что частотные параметры наиболее чувствительны к изменению уровня легирования в коллекторе, а коэффициент усиления в большей степени определяется уровнем легирования в базовом слое.

Благодарность

Исследования выполняются при финансовой поддержке и в рамках решения задач государственной программы научных исследований «Фотоника и электроника для инноваций» (задание 3.04).

Литература

1. Войтович, В. Si, GaAs, SiC, GaN-силовая электроника. Сравнение, новые возможности / В. Войтович, А. Гордеев, А. Думаневич // Силовая электроника. – 2010. – №. 28. – С. 4–10.

2. Adachi, S. Physical Properties of III-V Semiconductor Compounds: InP, InAs, GaAs, GaP, InGaAs and lnGaAsP / S. Adachi, C. Tu // Physics Today. – 1994. – Vol. 47. – №. 2. – pp. 99.
3. Chen, J. J. et al. Breakdown behavior of GaAs/AlGaAs HBTs / J. J. Chen, et al.//IEEE transactions on electron devices. – 1989. – Vol. 36. – №. 10. – pp. 2165-2172.
4. Fresina, M. Trends in GaAs HBTs for wireless and RF / M. Fresina // 2011 IEEE Bipolar/BiCMOS Circuits and Technology Meeting. – 2011. – pp. 150-153.
5. Gao, G. B. Emitter ballasting resistor design for, and current handling capability of AlGaAs/GaAs power heterojunction bipolar transistors / G. B. Gao, et al. // IEEE Transactions on Electron Devices. – 1991. – Vol. 38. – №. 2. – pp. 185-196.
6. Pehlke, D. R. Evaluation of the factors determining HBT high-frequency performance by direct analysis of S-parameter data / D. R. Pehlke, D. Pavlidis // IEEE transactions on Microwave Theory and Techniques. – 1992. – Vol. 40. – №. 12. – pp. 2367-2373.
7. Silvaco Inc. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://silvaco.com (Дата обращения 01.04.2022).
8. Synopsys Inc. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.synopsys.com (Дата обращения 01.04.2022).

OPERATIONAL CHARACTERISTICS OF GALLIUM ARSENIDE HETEROJUNCTION BIPOLAR TRANSISTOR

P.S. Kratovich, R.E. Ternov, I.Y. Lovshenko
EI «BSUIR»
Minsk, Republic of Belarus

Abstract. The results of modeling the electrical characteristics of the instrument structure of GaAs-based heterojunction bipolar transistors are presented. Static and dynamic parameters for a circuit with a common emitter are determined.

***Keywords*:** heterojunction, heterojunction bipolar transistor, $A_{III}B_{V}$, S-parameters.

Об авторах

Кратович Павел Сергеевич (Минск, Беларусь) – студен кафедры микро- и наноэлектроники, УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», e-mail: pavelkratovich6@gmail.com.

Тернов Роман Евгеньевич (Минск, Беларусь) – студен кафедры микро- и наноэлектроники, УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», e-mail: roma.ternov.99@gmail.com.

Ловшенко Иван Юрьевич (Минск, Беларусь) – заведующий научно-исследовательской лабораторией «Компьютерное проектирование микро- и наноэлектронных систем» (НИЛ 4.4) НИЧ УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», e-mail: lovshenko@bsuir.by.

УДК 629.5.06

С.Д. Ляхин[1], П.В. Кулешов[1,2;]
[1]Пермский филиал ФГБОУ ВО «ВГУВТ»,
[2]ФГАОУ ВО «ПНИПУ»,
Пермь, Российская Федерация

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БУКСИРНОЙ ЛЕБЁДКИ НА ТЕПЛОХОДЕ ПРОЕКТА Р-33Б

Аннотация. Проведен анализ установленной буксирной лебедки. Рассмотреть вариант схемы с дистанционным управлением. Приведено обоснование выбора необходимого оборудования для работы буксирной лебедки.

Ключевые слова: буксирная лебедка, дистанционное управления гидравлических лебедок, тиристорный преобразователь.

Системы гидравлического привода, применяемые на судах, представлены как альтернатива механической передаче и позволяют в малых корпусах выполнять работу, которые при механических связях будут требовать куда больше материальных ресурсов. На судах проекта Р-33 по началу ставили электрические лебедки с механическим приводом, но в обновлённых судах данной серии стали ставить гидравлические лебедки, что позволила упростить и защитить механические части данного устройства. При переходе на данные системы так же менялась система управления данной лебедкой. Существующая система по причине устаревания на данный момент является не очень надежной, так как присутствуют случайные срабатывания, не четкое включение. Что может повлечь несчастные случили при работе с лебедкой. Для управления лебедкой, во время движения судна, необходимо отходить от органов управления судном, что может привести к возникновению аварийных ситуаций с повреждением как судна, так и буксируемого объекта. Актуальность данной работы заключается в том, что правильный выбор элементов управления лебедкой, позволит минимизировать случайные срабатывания и увеличит манёвренность данного судна.

Цель работы заключается в обосновании модернизации системы управления путем замены элементов управления электродвигателя и замены гидравлической рампы ручного управления на электрическую и изменением системы питания электрического двигателя.

В современном мире есть различные виды гидравлических рамп, которые подходят для установки в данной системе, а управления можно организовать на простой логической плате, которая позволит создать два пульта управления необходимых для управлять лебедкой, не отвлекаясь от управления судно [1].

Существующая система. На данный момент на судне проекта Р-33Б установлена гидравлическая лебёдка с ручным переключение рабочих контуров, что делает данную систему стационарной и из-за специфики установки сложной в обслуживании. Для запуска двигателя используется магнитные пускатели, которые при пуске двигателя создаёт сильные скачки напряжения в бортовой сети, что негативно влияет на бытовое электрооборудование. Оборудование эксплуатируется с момента постройки судна, что приводит к необходимости обновления, поскольку с каждым разом учащается сбои в работе привода. Даная схема наглядно показана на рисунке 1.

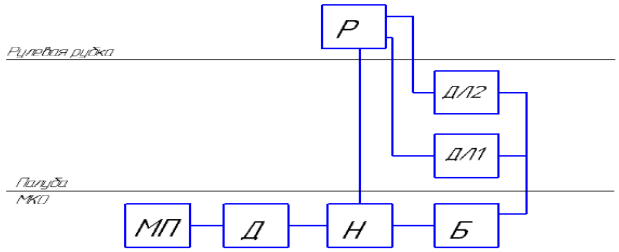


Рисунок 1. Структурная схема управления буксирных лебедок:МП – магнитный пускатель; Д – асинхронный двигатель; Н – гидравлический насос; Р – рампа; ДЛ1 и ДЛ2 – гидравлический двигатель; Б – масло бак

Управление производится из рулевой рубки, при запуске магнитного МП происходит запуск асинхронного двигателя Д, который передает механическую энергию на гидравлический насос Н, которой потребляет масло из масла бака Б и подает его на распределительную рейку Р, положением этой рейки можно выбрать направления вращения гидравлического двигателя.

Дистанционное управление буксирными лебедками. Структурная схема представлена на рисунке 2 с управлением из рубки. Разной толщиной линий показаны электрические и гидравлические системы [2].

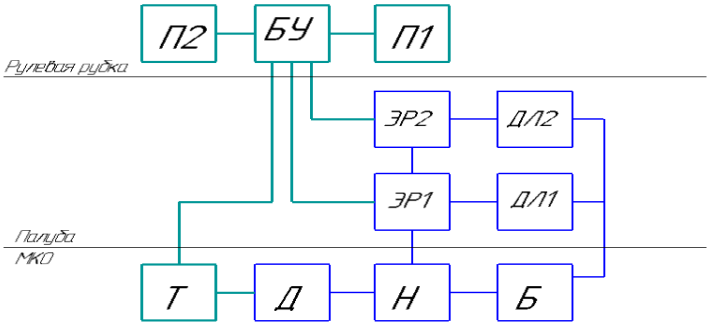


Рисунок 2. Структурная схема дистанционного управления буксирных лебедок:
Т – тиристорный коммутатор; Д – асинхронный двигатель;
Н – гидравлический насос; ЭР1 и ЭР2 – электрическая рампа;
ДЛ1 и ДЛ2 –гидравлический двигатель; Б – масло бак;
БУ – блок управления; П1 и П2 – пульт управления

Команда с пульта управления приходит на блок управления (БУ). Блок управления (БУ) генерирует ШИМ сигнал для запуска тиристорного коммутатора (Т). Он коммутирует силовой контакт асинхронного двигателя (Д) и передает механическую энергию на насос (Н), на рабочие элементы которого поступает масло с маслобака (Б). Масло поступает на две рейки, открытие которых происходит по команде из рулевой рубки (П1, П2). С рейки масло поступает на гидравлический двигатель (ДЛ1, ДЛ2).

Таблица 1

Достоинство и недостатки системы дистанционно управления

Достоинства	Недостатки
Упрошенные обслуживания системы	Покупка дополнительного оборудования
Плавное регулирование двигателя	Глубокая модернизация
Уменьшения шумов в бортовой сети	Отдельный блок управления для коммутации
Обновления оборудования	

Даная система позволяет разделить модернизацию на несколько этапов.

В первую очередь необходимо заменить масленую рампу с дистанционным управлением, далее провести замену пускателя на тиристорный коммутатор и заменить питающий провод.

Для контроля пультов управления можно использовать контролер LOGO!, который позволит при прошивке в него программы настроить и обслуживать данный пульт. Но минусом данного контролера является его дороговизна, как устройства, контролирующего пульт управления. Поэтому предлагается собрать и

установить плату без логических элементов, которая будет в несколько раз дешевле (Рис.3) [3].

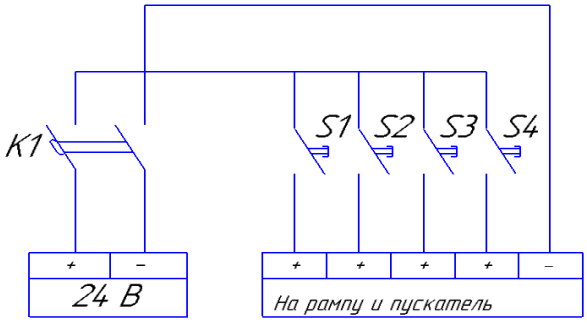


Рисунок 3. Функциональная система простого пульта
первого шага модернизации: K1 – кличь общего питания пульта;
S1, S2, S3 и S4 – кнопки управления рампой

В результате получим возможность перенести путь управления ближе к элементам управления судна. Данное решение, актуально на момент перехода с ручной рампы на дистанционную.

Установка контроллера предусматривается на следующем этапе модернизации системы управления буксирными лебедками, который даст нам возможность дополнительной автоматизации судна.

Литература

1. Иванов В.А., Авдеев В.А. Мобильные учебно-экспериментальные средства для автоматизации гидроприводов. Издательство Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск, 2014. – 15 с.

2. Лексанова Т.Л. Гидро- и пневмоавтоматика [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://сли.рф/files/tig/gidro_i_pevmoavtomatika_2012.pdf. Дата обращения: 28.02.2022

3. Правила постройки судов. Правила Регистра [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://oceanlaw.ru/wp-content/uploads/D (Дата обращения: 28.01.2022)

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR THE TOWING WINCH ON THE MOTOR SHIP OF THE PROJECT P-33B

S.D. Lyakhin[1], P.V. Kyleshov[1,2]
[1]Perm branch of FSFEI HE «VSUWT»
[2]FSAEI HE «PNRPU»
Perm, Russian Federation

Abstract. *The analysis of the installed tow winch is carried out. Consider a remote-controlled circuit option. To give reasons for choosing the necessary equipment for the operation of the tow winch.*

Keywords: *tow winch, remote control of hydraulic winches, thyristor converter.*

Об авторах

Ляхин Сергей Дмитриевич (Пермь, Россия) – студент (специалитет), Пермский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», e-mail: sergei-lyahin@mail.ru

Кулешов Павел Валерьевич (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, доцент, доцент отделения высшего образования, Пермский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», доцент ка-

федры «Информационных технологий и автоматизированных систем», ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», e-mail: kuleshov_123@mail.ru.

УДК 620.3.51
А.В. Марков, Е.А. Чабанов;
ФГАОУ ВО «ПНИПУ»,
Пермь, Российская Федерация

СТАНДАРТИЗАЦИЯ КАК ФУНДАМЕНТ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аннотация. В статье рассмотрены подходы в области автоматизации и управления цифровыми промышленными производствами и предприятиями. Рассмотрены основные новеллы в области методологии стандартизации 2020-2021 г., рассмотрена реализация цифровизации предприятий.

Ключевые слова: цифровое производство, цифровое предприятие, цифровые стандарты, Индустрия 4.0, безлюдная технология.

Введение

Основными целями стандартизации помимо улучшения качества жизни населения страны, является повышение качества и конкурентоспособности продукции. Современное производство это глубоко автоматизированный процесс, где машины и люди работают совместно над производством и созданием продукта. Способ преобразования сырья в конечную продукцию напрямую зависит от реализации разработки технических устройств, но если копнуть немного глубже, то конечно становится очевидным, что цифровое производство требует и цифровых стандартов.

1. Современные стандарты как залог успешного развития промышленности. Основополагающие стандарты являются именно той самой основой, фундаментом выполнения всех видов работ по стандартизации, тогда как научные и технические требования, которые указаны в стандартах на продукцию, точнее их научно-технический уровень являются движущей силой промышленности. Надо сказать, что в 2020-2021 годах наблюдается очень хороший тренд в области стандартизации. Разработаны и утверждены новые основополагающие стандарты, создан национальный институт стандартизации, что показывает очень хорошее взаимодействие Росстандарта и промышленности.

В 2021 году в 11-й раз прошла выставка «Иннопром», проводимая ежегодно в соответствии с распоряжением Правительства от 16 марта 2011 года № 415-р. На главной стратегической сессии «Иннопром-2021» «Гибкое производство: максимальная адаптация» выступил Председатель Правительства Михаил Мишустин. Премьер-министр поставил важную задачу, а именно переход к 6-у технологическому укладу, согласно которому необходимо добиться в ближайшие 10 лет увеличения эффективности эксплуатируемого оборудования не менее чем в 2 раза, роста количество высокотехнологичных рабочих мест в 1,5 раза, уменьшить затраты на разработку и вывод высокотехнологичной продукции на рынок.

Существующие сегодня системы стандартизации и сертификации продукции создавались 100-120 лет назад для второго технологического уклада, когда только появлялись паровозы и электрические машины [3]. Новый промышленный уклад должен строиться на цифровых технологиях и цифровых стандартах. Сегодня и стандартизация, и оценка соответствия должна уходить в так называемое «облако», в «цифру». Производство должно уходить на уровень общения «машина-машина».

В рамках «Иннопрома-2021» были представлены перспективы применения лучших практик в области Индустрии 4.0 для российской промышленности [5]. Уникальность многих российских стандартов в данных сферах ведут к трансферту технологий и распространению лучших практик, и даже для Международной организацией по стандартизации (ISO) некоторые из них стали в области цифровизации своеобразными образцами. Количество стандартов в области цифровых технологий в мире только растет и на данном этапе их количество около 850 стандартов.

2. Промышленность 4.0 – взаимодействие отраслей без участия человека. Появление четвертой промышленной революции (Индустрия 4.0) предопределилось цифровой трансформацией в первую очередь глобальной экономики, цифровизацией и автоматизацией технологий и процессов производства. Вследствие чего увеличилась конкуренция между поставщиками во всех сферах деятельности человека [6]. Промышленная революция открывает дверь в слаженное взаимодействие между собой физических и виртуальных частей производства, формируя технологию «умных заводов». Управление и автоматизация в промышленности развиваются с учетом новых подходов, возникших по причине развития сетевых технологий и промышленного интернета [2]. Таким процессом сложно управлять, поэтому активно разрабатываются межгосударственные и национальные стандарты.

Для развития любой экономики (в том числе и национальной) важное значение имеет машиностроительная отрасль, поэтому целесообразно в данной сфере развивать цифровые производства и предприятия нового поколения. При этом необходимо применять системную цифровизацию, использовать единый банк информационных моделей производства и интегрированные АСУ [4]. Именно по этой причине требуется использовать новые подходы к управлению и развитию ИТ- среды предприятия.

Германия обосновала причины четвертой промышленной революции, сформулировала содержание и выдвинула концепцию своевременной адаптации немецкой промышленности к грядущим инновационным и технологическим вызовам [1]. Другие промышленно развитые страны восприняли инициативы Германии с большим интересом, и многие программы принимались по немецкому примеру.

Индустрия 4.0 уже начинает работать сегодня в Германии и передовых странах, и в России тоже есть примеры. Приведем наглядный пример работы Индустрии 4.0 для нефтяной компании, которой необходимо построить скважину. Для реализации задачи компания должна задать свои условия компьютеру и далее участие компании должно свестись к минимуму. Таким образом, уже сам компьютер будет проектировать скважину, сам будет выбирать, какую трубу надо

применить для бурения этой скважины и для её устройства, сам будет находить поставщика этой трубы и давать заказ компьютеру трубной компании, а компьютер трубной компании должен будет спланировать производство и спланировать, как отгружать готовую трубу. Весь этот процесс будет происходить без участия людей, так называемая «безлюдная» технология.

Технологии безлюдного производства относятся к одним из наиболее перспективных, используемых в рамках цифрового производства. «Цифровое производство» представляется единым информационным пространством предприятия – информационной моделью производства, содержащей данные обо всех процессах, изделиях, этапах их жизненного цикла. Цифровой макет предприятия определяет информационные связи между всеми элементами производственной системы [2].

3. IT – стандартизация и возможности международного сотрудничества. В цифровых технологиях уже сейчас используются IT-стандарты, например при обеспечении кибербезопасности [3]. Решение вопросов IT-стандартизации несомненно связано с международным сотрудничеством. Взаимодействие с международными организациями налажено давно, например, идет успешное сотрудничество с Международной организацией по стандартизации (ISO) и Международной электротехнической комиссией (МЭК), Европейскими комитетами по стандартизации (например, ЕЭК и ООН). Важно, чтобы вся работа велась по единым стандартам в России и эти стандарты совпадали с европейскими стандартами и с международными, чтобы эти стандарты одинаково хорошо работали в любой точке мира.

При комитете РСПП (Российского союза промышленников и предпринимателей) по техническому регулированию, стандартизации и оценке соответствия создан и давно работает Межотраслевой совет по IT-стандартизации, и также создан координационный совет, технические комитеты, вошедшие в который работают в области цифровых технологий.

Особое внимание уделяется взаимодействию с Межгосударственным советом по стандартизации и метрологии и национальными органами по стандартизации стран ЕАЭС. В процессе создания экосистемы цифрового технического регулирования ЕАЭС и платформы «Промышленность 4.0» стоят такие же задачи: создание машинопонимаемых стандартов, машинопонимаемых классификаторов нового поколения, создание промышленности 4.0. Важно, чтобы работа по цифровизации и экономики, и промышленности в странах Евразийского союза тоже велась по единой системе и по единым стандартам, иначе потом не получится создать единое производственное промышленное экономическое поле.

4. Российская промышленность в развитии цифровизации. Результаты практического применения цифровизации оценивается как со стороны некоторых параметров, не отражающих цифровизацию технологии производства (например, автоматизация и компьютеризация производств с доступом в интернет), так и со стороны цифровизации экономики в целом, не акцентируя внимание на промышленность [5]. В мировом рейтинге цифровизации Россия находится в

лидирующей группе стран по использованию интернет возможности, но вот в сфере промышленности, то есть цифровизации промышленности находится в позиции аутсайдера. Тем не менее, Российская база стандартов в цифровой сфере активно развивается. Примером данного заключения является утвержденная в начале августа 2020 года в области «умного производства» серия предварительных национальных стандартов.

В июле 2021 года был создан проектный технический комитет по стандартизации ПТК 711 «Умные (SMART) стандарты». В состав ПТК 711 вошли такие организации как «Росатом», «Роскосмос», ПАО «Газпром», «РЖД», ПАО «КАМАЗ», отраслевые ассоциации, IT-компании и др. В условиях глобальной цифровой экономики взаимодействия на уровне «машина-машина» требуют решения задач обеспечения и понимания технических требований. Машины должны понимать содержание стандартов и организовывать производство и технологию исходя из требований стандартов, поэтому для широкого внедрения в промышленность задачей ПТК 711 стала выработка к машинопонимаемым документам по стандартизации общих подходов. Примеры такой работы уже сегодня есть на «КАМАЗ», когда все стандарты и требования заведены в единую систему требований.

При изменении стандарта сегодня пока человек, конструктор и технолог получает информацию, новый стандарт, новое требование – завтра уже компьютер сам будет вносить изменения в проект автомобиля и в технологические карты, технологические инструкции, организовывать новое производство. Кроме машинопонимаемых стандартов уделяется внимание и кодеку «ТЕХЭКСПЕРТ» по созданию и по участию в работе классификатора нового поколения, машинопонимаемого классификатора ecl@ss [3].

Заключение

Цифровое производство охватывает все области деятельности человека от разработки прототипов будущих изделий до производства, т.е. получением завершенного изделия. Поэтому цифровизация предприятий различных отраслей промышленности должна строится на «Системе единых стандартов». Наше завтра это цифровизация в промышленности, и она невозможна без стандартов. Какие стандарты мы сегодня создадим и заложим, так и решим эту задачу.

Литература

1. Белов В.Б. Новая парадигма промышленного развития Германии - Стратегия «ИНДУСТРИЯ 4.0» // Современная Европа. 2016. С 11-22. 6

2. Григорьев С.Н., Кутин А.А., Долгов В.А. Принципы построения цифровых производств в машиностроении // Вестник МГТУ «Станкин». 2014. № 4 (31). С.10–15. 4

3. Лоцманов А. Статьи ведущих специалистов. Роль промышленности в совершенствовании системы технического регулирования и стандартизации России и ЕАЭС // Роль технического регулирования и стандартизации в эпоху цифровой экономики. 2020.1

4. Позднеев Б.М. О новых подходах к автоматизации и управлению в условиях цифрового машиностроительного производства // Автоматизация и управление в машиностроении. 2017. № 3 (28). С 12-17.5

5. Угольникова О.Д., Воротков П.А., Ризов А.Д. Цифровизация российской промышленности (на примере уральского региона) // Технико-технологические проблемы сервиса № 3(57) 2021. 2

6. Шваб К. Четвёртая промышленная революция – М.; 2016 – 230 с.: ил. 3

STANDARDIZATION AS THE FOUNDATION OF DIGITALIZING THE INDUSTRY

A.V. Markov, E.A. Chabanov
FSAEI HE «PNRPU»
Perm, Russian Federation

***Abstract**. This article discusses approaches in the field of automation and management of industrial digital production and facilities. We looked upon main novels in the field of methodology of standardization in 2020-2021, also we looked at realization of digitalizing the facilities.*

***Keywords**: digital production, digital facility, digital standards, Industry 4.0, no-human-involving technology.*

Об авторах

Марков Артем Владимирович (Пермь, Россия) – студент (бакалавр) кафедры «Электротехника и электромеханика», ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», e-mail: gfds-1910@mail.ru

Чабанов Евгений Александрович (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Электротехника и электромеханика», ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», e-mail: ceapb@mail.ru.

УДК 629.5.06

В.Д. Мельчаков[1], А.Л. Погудин[1,2;]
[1]Пермский филиал ФГБОУ ВО «ВГУВТ»,
[2]ФГАОУ ВО «ПНИПУ»,
Пермь, Российская Федерация

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СУДОВОЙ КРАН-БАЛКОЙ ПРОЕКТА Р109

Аннотация. В данной статье проводится анализ действующей системы управления судовым краном судна проекта Р109. Также сравниваются действующая и аналогичные системы с целью возможной дальнейшей модернизации.

Ключевые слова: судовой кран, плавный пуск, модернизация, земснаряд, проект Р109.

На судне проекта Р109 для работы крана используются магнитные пускатели для управления асинхронного электродвигателя (АД). Данная система является довольно устаревшей в наше время. За счёт «простоты» своей конструкции она во многом уступает более современным аналогам. У неё есть свои недостатки, среди которых можно отметить крайне большое количество подвижных частей, отсюда, низкую надёжность работы. Также данная система требует частого обслуживания, а её целостность и работоспособность контактных соединений и движущихся контактов необходимо проверять каждые 24 часа.

Но, пожалуй, самым главным недостатком данной системы является то, что пуск приводов и смена скорости происходит ступенчато, что приводит к

толчкам и рывкам крана, а это – негативно сказывается на всей целостности металлической конструкции крана.

Не обделена данная система и своими достоинствами, среди которых можно отметить доступность комплектующих и их невысокую стоимость, а также довольно широкий температурный диапазон работ и «неприхотливость» к микроклимату в коммутационном шкафу.

Принципом работы магнитного пускателя является электромагнитная система, а именно намотанная в катушку обмотка и Ш-образная часть сердечника. Её называют неподвижной частью пускателя. Движущаяся часть состоит из сердечника, называемого «якорем», разделённого траверсой из пластмассы с подвижными контактами. Контактные пружины обеспечивают плавность замыкания контактов и необходимое для нажатия усилие. Для монтажа проводов внешней сети на контактных зажимах, соединённых с неподвижными контактами, имеются винтовые зажимы. Помимо основных контактов, в состав пускателя также входят и дополнительные контакты, расположенные с боку аппарата. Главные контакты пускателя защищены от попадания пыли и грязи.

В данной работе предлагается сравнить действующую систему управления судовым краном через магнитные пускатели и устройством плавного пуска (в дальнейшем – УПП), а также системой, реализуемой через преобразователь частоты (далее – ПЧ).

Устройство плавного пуска. УПП состоит из тиристоров и печатной платы, тиристоры находятся в основном контуре, а печатная плата регулирует напряжение на АД. УПП работает по принципу малого напряжения, что позволяет электродвигателю выдавать небольшое напряжение и крутящий момент. Во время первичного пуска АД напряжение на нём мало настолько, что может лишь привести оборудование в предпусковое состояние (например, натяжка ремней приводов или регулировка редукторных зазоров). Это состояние помогает оборудованию избежать резких пусковых рывков, чего нельзя сказать о пуске через магнитный пускатель. Затем система стабилизируется путём постепенного роста напряжения и крутящего момента. Данный способ управления даёт возможность регулировать момент независимо от валовой нагрузки, что является очень большим плюсом для неё. Также УПП благодаря своей плавности позволяет сохранить ресурс вращающихся частей, что приводит к экономии при техническом обслуживании [3].

Выбор УПП актуален, когда:

– необходимо обеспечение низкого крутящего момента при пуске механизма;

– производится эксплуатация оборудования при малых и средних нагрузках;

– АД эксплуатируется при номинальной скорости вращения;

– появляется необходимость снизить ударные нагрузки на редукторные шестерни либо любой другой механизм;

– главным требованием является плавный пуск и ограничение пусковых токов [2].

Преобразователь частоты. ПЧ (или же привод переменной скорости) состоит из двух блоков: первый блок отвечает за преобразование переменного

напряжения частотой в 50 Гц в постоянное напряжение, а второй, с помощью микроконтроллера, или ШИМ (широтно-импульсного моделирования) и полевых транзисторов, изменяет напряжение обратно в переменное с частотой регулирования от 0 до 250 Гц [1].

Скорость АД напрямую зависит от частоты сети, которая позволяет управлять АД. Поскольку ПЧ управляет частотой, следовательно, он управляет скоростью вращения АД. Это является большим преимуществом для обеспечения пуска и управления АД без рывков. В основном ПЧ используют при пуске и остановке асинхронного двигателя, поскольку во время работы в данной системе не нужно регулировать скорость вращения. ПЧ является более дорогостоящим оборудованием. Номинальный крутящий момент может быть достигнут при низкой скорости, так как имеется управление частотой. Пусковой ток при этом составляет всего 1-1.5% от номинального значения.

Чаще всего ПЧ используют:

- для оборудования, работающего с переменной нагрузкой;
- для изменения скорости вращения на более низкую или высокую;
- для повышения энергоэффективности привода [2].

Таблица 1

Сравнение магнитного пускателя, УПП и ПЧ

Магнитный пускатель	УПП	ПЧ
При пуске происходит скачок в сеть превышающий в 7,5 раз номинальный ток АД	Обеспечивает плавный пуск без скачков в сети	Обеспечивает плавный пуск без скачков в сети
Стоимость в среднем 5 000 рублей	Стоимость в среднем 20000 - 25000 рублей	Стоимость в среднем 40 000 рублей
Ступенчатое регулирование	Плавное регулирование за счёт компонентов электроники	Плавное регулирование за счёт микроконтроллера
Одобрен Российским речным регистром	Одобрен Российским речным регистром	Одобрен Российским речным регистром

Преобразователь частоты и устройство плавного пуска обеспечат снижение износа асинхронного электродвигателя, в то время как магнитный пускатель снижение износа обеспечить не сможет. Снижение износа в свою очередь приведёт к увеличению промежутков между ремонтами оборудования. Работа электродвигателя с требуемой нагрузкой может быть синхронизирована благодаря ПЧ. ПЧ и УПП в состав которых входит микроконтроллеры, поддерживают протоколы обмена данными. Что в свою очередь позволит управлять приводами с удалённых пунктов и возможность интегрировать САР или АСУТП.

УПП и ПЧ имеют входы, к которым можно подключить датчики температуры и аварийные реле. Благодаря этим устройствам можно предотвратить аварийную ситуацию путём отключения электродвигателя.

Исходя из сравнительного анализа, УПП является лучшим вариантом из представленных. УПП обеспечит плавный пуск при работе крана и позволит стабильно удерживать напряжение и ток двигателя в необходимых пределах, что может снизить возможность перегрева обмоток и устранить рывки в механической части привода. Также УПП имеет невысокую стоимость по сравнению с ПЧ.

Литература
1. Клевцов А.В. Преобразователи частоты для электропривода переменного тока. Практическое пособие для инженеров. Издательство ДМК-Пресс, 2010 г.
2. Отличия частотного преобразователя от устройства плавного пуска. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://drives.ru/stati/chem-otlichayutsya-ustrojstvo-plavnogo-puska-i-preobrazovatel-chastoty/ (Дата обращения: 31.01.2022).
3. Magnus Kjellberg, Soren Kling. Системы плавного пуска. Учебное пособие. ABB Automation Technology Products AB, Control. Февраль, 2003 г.

MODERNIZATION OF THE CONTROL SYSTEM OF THE SHIP'S CRANE-BEAM OF THE PROJECT P109

V.D. Melchakov[1], A.L. Pogudin[1,2]
[1]Perm branch of FSFEI HE «VSUWT»
[2]FSAEI HE «PNRPU»
Perm, Russian Federation

Abstract. *This article analyzes the current control system of the ship crane of the vessel of the project R109. The current and similar systems are also compared with a view to possible further modernization.*

Keywords: *ship crane, soft start, modernization, dredger, project R109.*

Об авторах

Мельчаков Виктор Дмитриевич (Пермь, Россия) – студент (специалитет), Пермский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», e-mail: viktor94.99@mail.ru

Погудин Андрей Леонидович (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, доцент доцент отделения высшего образования, Пермский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», доцент кафедры «Информационных технологий и автоматизированных систем», ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», e-mail: pogudin_al@mail.ru.

УДК 621.318
А.И. Николенко, Н.М. Веселова;
ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ»,
Волгоград, Российская Федерация

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ГЕНЕРАЦИЯ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА РАБОТУ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Аннотация. Рассмотрена распределенная генерация и ее внедрение, с точки зрения основных достоинств и недостатков. Определены основные топологии систем распределенной генерации. Выявлено влияние интеграции распределенной генерации в электроэнергетическую систему на надежность, устойчивость энергосистемы, качество электроэнергии, селективность защит и потерь электроэнергии в электрических сетях.

Ключевые слова: электроэнергетическая система, распределенная генерация, система радиального распределения, система распределения контуров, селективность защит от сверхтоков.

Влияние распределенной генерации на работу электроэнергетической системы (ЭЭС) во многом связано с изменениями на рынках производства и распределения электроэнергии. Сочетание растущей стоимости нового строительства объектов энергетики, дерегулирования и усовершенствованием новых технологий энергетического оборудования, подходящих для отложенного расширения, делает тенденцию развития распределенной генерации (РГ) очень привлекательной. Компании и независимые инвесторы до недавнего времени вкладывали капиталы в системы распределения электроэнергии от таких источников, как резервные блоки, суммы которых считались незначительными и, следовательно, не учитывались при проектировании и эксплуатации энергосистем. Эта точка зрения в последние годы кардинально изменилась, в основном из-за растущего уровня проникновения в энергосистему распределенной генерации.

Основной задачей энергосистем является производство и непрерывная подача достаточной мощности в центры нагрузки при минимальных электрических параметрах. Непрерывность и качество электроэнергии являются важнейшими факторами надежности, которые измеряют в свою очередь качество обслуживания энергосистемы. В связи с быстрым ростом спроса электроэнергию из-за роста численности населения и промышленного производства усилия по модернизации существующих систем для повышения или поддержания надежности привели к распространению топологий распределения электроэнергии. Большинство электроэнергетических систем имеют потребителей, питающихся электроэнергией, вырабатываемой на нескольких крупных централизованных станциях (централизованная генерация ЦГ). Генерируемая мощность на централизованных станциях преобразуется в подходящие напряжения передачи с помощью станционных трансформаторов. Система передачи высокого напряжения более выгодна для минимизации потерь мощности (активных и реактивных), размеров проводников, опорных конструкций и связанных с ними затрат. Эта мощность передается на высоких уровнях напряжения через региональные подстанции, к распределительным подстанциям.

Технология производства электроэнергии распределенной генерации включает в себя ветряные турбины, микротурбины, фотоэлектрические системы, топливные элементы, накопители энергии и синхронные генераторы для подачи активной мощности в распределенные системы, подключенные близко к нагрузке потребителей. Эта концепция становится основным игроком в области снижения выбросов парниковых газов и надежности энергосистемы. Поэтому многие развитые страны, такие как например, Австралия, поощряют использование для местного источника энергии и избегают концентрации основной передачи или распределения электроэнергии.

Увеличение числа подключений распределенной генерации к сети за последнее десятилетие доказывает, что распределенной генерации внутренне предлагает различные технические, экономические и экологические преимущества для клиентов, коммунальных служб и операторов электроэнергии. Однако наличие распределенной генерации в существующей энергосистеме оказывает влияние на ее работу и конфигурацию. Более того, поскольку большая часть текущей стареющей энергосистемы, включающая ЦГ, рассматривается как пассивная система, а

с внедрением РГ в сеть становится активной системой, то и ЦГ, и РГ могут выступать в качестве источников питания.

Проводимые в прошлом различные исследования влияния РГ на работу энергосистемы определили некоторые жизненно важные аспекты, касающиеся их эксплуатации и подключения. В работе [3] исследовано влияние РГ на надежность и устойчивость системы при пиковой нагрузке, взгляд авторов в работе фокусируется на защите системы, поскольку уровень короткого замыкания в сети имеет тенденцию к увеличению из-за подключения сторонних источников энергии. В настоящее время РГ обеспечивает большую выгоду для улучшения качества напряжения, снижения потерь и надежности.

Системы распределения электроэнергии обычно соответствуют двум основным топологиям:

– система радиального распределения;
– система распределения контуров.

Топология системы радиального распределения является менее сложной из двух топологий. Это также наименее надежная система из-за однонаправленного характера потока мощности системы. Эта система обычно используется в дистрибуции разреженных сетей с центрами нагрузки, разделенными большими расстояниями. Связанное с этим распределение мощности на большие расстояния приводит к большим потерям при серьезных проблемах с падением напряжения. Однонаправленная топология потока мощности упрощает реализацию компенсации реактивной мощности для регулирования напряжения. Расчеты нагрузки для определения ожидаемых характеристик системной шины и вычисления тока короткого замыкания ответвления также упрощаются за счет однонаправленного потока мощности. Поскольку поток энергии является однонаправленным, все нижестоящие шины являются пассивными. В случае отключения электроэнергии из-за отказа фидерной линии поврежденная цепь будет оставаться изолированной от источника до тех пор, пока это потребуется для исправления или ремонта вышедшего из строя компонента. Значительное улучшение для минимизации продолжительности простоя, альтернативные питатели могут быть установлены из других источников для формирования топологии системы распределения контуров.

Система распределения контуров, представляет собой распределительную систему, которая в основном состоит из центров нагрузки с более чем одной фидерной линией или с несколькими источниками питания. Эта система характеризуется возможностью запуска мощности из заданного центра загрузки и отслеживания путей электроэнергии в системе обратно в центр загрузки. Петлевая топология обеспечивает значительное повышение надежности по сравнению с радиальной системой за счет обеспечения альтернативных путей питания в центр загрузки. Наличие альтернативных путей подачи питания повышает надежность системы за счет потенциального сокращения продолжительности отключения электроэнергии.

Энергосистемы с интегрированными распределенными ресурсами генерации обладают повышенной надежностью благодаря возможности непрерывного электроснабжения в изолированном режиме, как показано на рисунке 1. При коротком замыкании в точке 2 в цепи, приведет к срабатыванию защитного устройства в точке X для защиты и изоляции других цепей и минимизации отключения

только неисправных цепей. Клиенты, расположенные в области, обозначенной на изображении, останутся без питания на время ремонта в отсутствие питания G. Благодаря интеграции распределенного генератора, как показано на рисунке, эти клиенты все еще могут получать питание вовремя и после устранения неполадок.

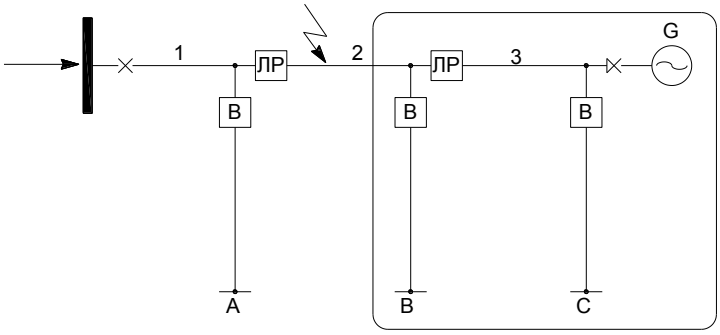


Рисунок 1. Пример электрической сети с интегрированной генерацией в конце линии

В периоды пиковой потребности в электроэнергии энергосистемы могут быть не в состоянии поддерживать желаемый уровень напряжения, особенно для потребителей, расположенных в конце цепей [4]. Это связано с тем, что более интенсивный ток в эти периоды приводит к большим потерям, в результате чего даже при установке соответствующей мощности у некоторых потребителей может наблюдаться отклонение напряжения от номинальных значений. Стратегическое расположение распределенной генерации в конце цепи, как показано на рис. 1, будет повышать надежность системы за счет улучшенного профиля напряжения цепи в моменты наибольшей необходимости. Расширение существующих энергосистем с использованием возобновляемых ресурсов привлекательно по многим причинам. Во-первых, распределенные ресурсы обеспечивают немедленную экономию за счет снижения потерь при передаче и распределении. Потери меньше из-за близости их расположения к центрам нагрузки. Поскольку эти устройства относительно меньше, интеграция нескольких устройств в одном месте облегчает проблему резервирования, когда более крупные устройства остаются включенными и готовыми принять нагрузку в любой момент.

Стратегическое размещение возобновляемых ресурсов в системе распределения имеет множество преимуществ. Как правило, в системах распределения электроэнергии возникают перепады напряжения при больших нагрузках или передаче электроэнергии на большие расстояния. Из выражения $S = I \cdot U$ известно, что по мере того, как напряжение системы падает от номинального значения при той же величине кажущейся мощности, должно протекать увеличенное количество тока. Потери при передаче в виде тепла пропорциональны квадрату тока в цепи. Таким образом, улучшение профиля напряжения за счет стратегического расположения возобновляемых ресурсов служит стратегией снижения таких потерь.

Одним из величайших преимуществ расширения мощностей за счет использования возобновляемых ресурсов является экологичность. Возобновляемые

ресурсы, такие как гидроэлектрогенераторы, ветряные турбины, генераторы солнечной энергии, водородные топливные элементы и т.д., способны вырабатывать электроэнергию практически без углеродного следа. Известно также, что они практически не производят шума по сравнению со своими аналогами централизованного генерирования. Их более низкое производство шума делает их идеальными для размещения еще ближе к жилым и промышленным центрам нагрузки без дополнительной проблемы шума и атмосферных воздействий.

Хотя интеграция распределенной генерации имеет много преимуществ для оптимизации и расширения существующих энергосистем, она не лишена каких-либо новых проблем. Во-первых, поток энергии в централизованной системе производства и распределения электроэнергии является однонаправленным. С интеграцией системы распределенных ресурсов генерации поток энергии становится двунаправленным. Основным недостатком такого устройства является то, что защитные устройства становятся менее чувствительными или полностью невозможно обнаружить и изолировать неисправные цепи, состояние, обычно называемое ослеплением реле, при существующих настройках отключения. В большинстве случаев защитным устройствам требуется несколько настроек, соответствующих режиму работы системы интегрированный ресурс в параллельном или изолированном режиме. В некоторых случаях для учета двунаправленного потока мощности в силовой цепи необходим пересмотр настроек отключения или полная замена. Интегрированные распределенные ресурсы увеличивают пропускную способность системы, но при этом также проблема изменения уровней тока короткого замыкания в системе, а также коэффициента короткого замыкания. Значительное увеличение уровня короткого замыкания в системе потенциально подвергает защитные устройства и проводники воздействию более высоких уровней тока во время короткого замыкания, чем их первоначальные проектные характеристики. В зависимости от технологии интерфейса интегрированная распределенная генерация может также привести к проблемам с качеством электроэнергии, таким как искажения гармонических напряжений и токов в сети, что является неотъемлемой характеристика электронных коммутационных устройств, используемых в системах кондиционирования электроэнергии. Неправильная координация ретрансляции и неправильная работа также являются распространенными проблемами в сетях со значительным уровнем проникновения распределенной генерации.

Основной целью защиты энергосистемы является обеспечение безопасной эксплуатации энергосистем, т.е. забота о безопасности людей, персонала и оборудования. Кроме того, задача состоит в том, чтобы свести к минимуму влияние неустранимых неисправностей в системе. С электрической точки зрения опасные ситуации могут возникнуть из-за сверхтока и перенапряжения. Например, не синхронное соединение сетей приводит к большим токам. Замыкания на землю могут вызывать высокое шаговое напряжение и, следовательно, представлять опасность для людей. Общая проблема всегда заключается в том, что напряжение или ток выходят за допустимые пределы. Следовательно, цель состоит в том, чтобы избежать сверхтоков и перенапряжений, чтобы гарантировать безопасную работу энергосистем. Для безопасности компонентов также необходимо учитывать специфические особенности устройства, например, температуру масла в трансформа-

торах, давление газа в компонентах с элегазовой защитой и т. д. Эти моменты не связаны напрямую с электрическими параметрами, но, как уже упоминалось, они могут привести к тяжелым последствиям, такие как высокое напряжение или ток. Еще одна проблема – механическое воздействие. Всякий раз, когда энергия преобразуется электромеханически, необходимо учитывать не только электрическое, но и механическое оборудование. Примером может служить механический резонанс паровых турбин из-за пониженной частоты. В настоящее время на смену электромеханическим устройствам защиты приходят микропроцессорные реле с рядом встроенных функций. Токи и напряжения соответствующим образом преобразуются и отделяются от линейных величин с помощью измерительных трансформаторов и преобразуются в цифровую форму. Эти значения являются входными данными для нескольких алгоритмов, которые затем принимают решения об отключении. Для проектирования и координации защитных реле в сети стали общепринятыми некоторые общие правила: селективность, избыточность, классификация, безопасность и надежность.

В последнее время становятся доступными различные виды распределенной генерации, такие как солнечные, ветровые, газотурбинные и др. электростанции, и ожидается, что в ближайшие годы их количество будет расти. Эти электростанции разбросаны по всей энергосистеме для обеспечения потребителей требуемой электроэнергией. Такая локальная распределенная генерация, интегрированная в энергосистему, имеет ряд преимуществ с точки зрения ограничений окружающей среды и местоположения, а также устойчивости к переходным процессам и напряжению в энергосистеме [1]. В области РГ ведется большая работа, которая включает в себя оптимальное распределение, безопасность и ограниченную надежность распределительной сети, установление стандартов соединения для распределенных ресурсов, размещение и их размер, обзор топологий однофазных инверторов для малых распределенных генераторов энергии, стратегия управления параллельными инверторами блоков распределенной генерации в распределительной системе переменного тока. Интерес вызывают также подходы к расчету годового изменения потерь энергии при различных уровнях проникновения и концентрации, а также наблюдение за потерями различных технологий РГ, таких как комбинированное производство тепла и электроэнергии (когенерация), энергия ветра, фотоэлектрические и топливные элементы. Применение узлового ценообразования, которое часто используется при ценообразовании краткосрочных операций по передаче, в качестве экономически эффективного механизма [2], в РГ позволит сократить потери в линии за счет увеличения доходов по общим ценам и найти оптимальные точки варианты по размещению точек выработки электроэнергии и их типы.

На основании выше сказанного можно сделать вывод, что увеличение доли распределенной генерации в ЭЭС имеет не только положительные стороны, но и создает некоторые технические проблемы, связанные с изменением свойств систем, возможностью их управления в нормальных и аварийных режимах. Эти проблемы решаемы, но усложняют диспетчерское и автоматическое управление ЭЭС, необходимо разрабатывать новые математические модели для обоснования разработки ЭЭС и систем электроснабжения, анализировать их режимы и управлять ими.

Литература

1. Булатов, Б.Г. Математическая модель выбора мощности и распределения малой когенерации / Б.Г. Булатов, М.Е. Гольдштейн, В.В. Тарасенко // III Международная научно-техническая конференция «Энергосистема: управление, конкуренция, образование»: сборник докладов. – Екатеринбург: Редакционно-издательский отдел УрФУ, 2008 – С. 339–341.3

2. Булатов, Б.Г. Оптимизация построения сети с распределённой генерацией / Б.Г. Булатов, М.Е. Гольдштейн, В.В. Тарасенко // Международная конференция «Электроэнергетика и Автоматизация в металлургии и машиностроении»: сборник докладов. – Магнитогорск: АНО «Персонал», 2008. – С. 192–193.4

3. Гольдштейн, М.Е. Преимущества распределённой генерации и проблемы на пути её распространения / М.Е. Гольдштейн, Б.Г. Булатов, В.В. Тарасенко // Ресурсосбережение и возобновляемые источники энергии: сборник докладов I Международной научно-практической конференции. – Улан-Удэ: Изд-во ИрГТУ, 2008. – С. 37–40.1

4. Тарасенко, В.В. О применении метода перебора при поиске оптимального числа и мощностей источников электроэнергии в сети с распределённой генерацией /В.В. Тарасенко // Научная конференция «Научный поиск»: сборник докладов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – С. 262–265.2

REMOTE DIAGNOSTICS AND MANAGEMENT OF SHIP ELECTRICAL EQUIPMENT

A.I. Nikolenko, N.M. Veselova
FSFBEI HE «Volgograd SAU»
Volgograd, Russian Federation

Abstract. *Distributed generation and its implementation are considered from the point of view of the main advantages and disadvantages. The main topologies of distributed generation systems are determined. The influence of the integration of distributed generation into the electric power system on the reliability, stability of the power system, the quality of electric power, the selectivity of protections and losses of electric power in electric networks has been revealed.*

Keywords: *electric power system, distributed generation, radial distribution system, contour distribution system, selectivity protection of overcurrent.*

Об авторах

Николенко Антон Иванович (Волгоград, Россия) – студент (специалитет) электроэнергетического факультета, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», e-mail: ant.t722@yandex.ru.

Веселова Наталья Михайловна (Волгоград, Россия) – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Электроснабжение и энергетические системы», ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», e-mail: veselovanm28@gmail.com.

УДК 629.5.06

А.Н. Носов[1], А.Л. Погудин[1,2];
[1]Пермский филиал ФГБОУ ВО «ВГУВТ»,
[2]ФГАОУ ВО «ПНИПУ»,
Пермь, Российская Федерация

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ДАТЧИКОВ УРОВНЯ ВОДЫ В ТРЮМАХ ПРОЕКТА 887А

Аннотация. Проведён анализ датчиков, соответствующих требованиям для системы отслеживания уровня воды в трюмах. Проведен анализ достоинств и недостатков выбранных датчиков. Выбран оптимальный датчик для данной системы, произведено сравнение конкретных моделей.

Ключевые слова: датчики, герконовые датчики, ультразвуковые датчики, радиолокационные датчики, проект 887А.

Система отслеживания уровня воды в трюмах для проекта 887а состоит из датчиков, блока управления на микроконтроллере, световой и звуковой сигнализации.

В данной статье будут рассмотрены датчики, и будет выбран конкретный вид датчика, который подойдёт для данной системы и одобрены Российским речным регистром (РРР).

Как известно корпус судна состоит из шпангоутов, и в трюмах под каютами их много, если устанавливать датчик в каждую шпацию (расстояние между шпангоутами), то получится большой объём датчиков, что приведёт к большим затратам на оборудование. Поэтому установить датчик необходимо с внутренней части борта судна, как можно ниже. В каждом шпангоуте есть отверстия для слива воды в наиболее низкую часть судна в конкретном отсеке, в нашем случае это трюм под каютами, форпик и ахтерпик, т.е. в случае пробоя корпуса, вода начнёт затоплять отсек и автоматически скапливаться в самой нижней части трюма, протекая сквозь отверстия в шпангоутах. В этих самых нижних частях трюма, форпика и ахтерпика будут установлены датчики с обоих бортов. [1, 3]

Теперь необходимо определить какие именно датчики уровня воды будут оптимальным выбором для данной системы.

Датчики классифицируются по принципу действия на:

- поплавковые;
- емкостные;
- радарного типа;
- гидростатические;
- ультразвуковые;
- радиоизотопные.

Характеристики датчиков уровня воды [2]:

1. Поплавковые датчики уровня воды бывают нескольких разновидностей. С дискретным или непрерывным сигналом. Принцип работы датчика с дискретным сигналом строится на частичных (пошаговых) замерах, и для его работы необходим постоянный уровень воды в отсеке. В данном случае этот датчик нам не подходит, поскольку по умолчанию все отсеки должны быть сухими, а датчик должен срабатывать при появлении воды.

Датчик с непрерывным сигналом работает при помощи поплавка с постоянным магнитом, и при поступлении воды, поплавок поднимается и замыкает контакты, подавая сигнал о срабатывании датчика. Для данного вида датчика нет необходимости постоянного наличия воды, т.е. такой тип подходит для системы.

2. Емкостные датчики работают по принципу конденсатора, т.е. изменяется емкость при изменении в диэлектрике. В данном датчике нет подвижных элементов, поэтому они долговечны. Но, как и с поплавковым дискретным датчиком необходим постоянный уровень воды в отсеке, что не соответствует требованиям для системы.

3. Датчики радарного типа работают по принципу радиолокации. Датчик не взаимодействует с водой напрямую. При помощи антенны излучателя облучает поверхность контролируемой среды микроволнами (радиоволнами) сверхвысокой частоты (СВЧ). При излучении от антенны и получении обратного сигнала от поверхности облучения, датчик рассчитывает расстояние, и при заполнении трюма водой, данное расстояние будет изменяться, благодаря чему датчик подаст сигнал

на пульт управления. Данный сигнал может быть, как цифровым, так и токовым. Данный вид датчиков подходит для системы отслеживания уровня воды, но датчик радарного типа имеет высокую стоимость.

4. Гидростатический датчики не подходят для данной системы, поскольку для их работы необходимо постоянное наличие воды в отсеке. Принцип их работы основан на статическом давлении столба жидкости.

5. Ультразвуковой датчик схож по принципу работы с радиолокационным, только вместо радио или микроволн используется ультразвук. Ультразвуковой датчик также имеет высокую стоимостью.

6. Радиоизотопные датчики уровня воды работают за счёт гамма излучения. Частицы направляются в контролируемый отсек (резервуар). Имеют опасное воздействие на живые организмы, необходимо соблюдать дополнительные специальные меры безопасности для персонала. Не подходит для данной системы.

Поскольку трюм судна является незаполненным пространством, то с акцентируем внимание только на тех датчиках, которые срабатывают при поступлении уровня воды. К таким относятся:

- магнитные;
- ультразвуковые;
- рефлексные микроволновые.

Магнитные датчики как описывалось выше является подвидом поплавковых датчиков. Как только жидкость поступит в отсек, начнёт подниматься поплавок с постоянным магнитом и дойдя до определённого уровня, на котором находится геркон, поступит сигнал на блок управления.

Ультразвуковые датчики являются на данный момент распространёнными бесконтактными датчиками уровня воды. Принцип основан на способности жидкости отражать ультразвуковой спектр излучения. Генератор ультразвука посылает сигнал от верхней точки к линии раздела среды. Сигнал отражается от поверхности воды, сенсор воспринимает отражённый сигнал и рассчитывает расстояние. При установке данного датчика необходимо это учесть. Т.е. расположение датчика будет вверху борта трюма.

Рефлексные микроволновые (радиолокационные) – датчик посылает волновой сигнал при помощи излучателя, а сенсор считывает скорость возвращение сигнала, и при изменении скорости считывания сигнала срабатывает датчик.

Таблица 1

Достоинства и недостатки выбранных датчиков

Вид датчика	Достоинства	Недостатки
Магнитные датчики	Номиналы тока от 5 мА до 5 А; Несколько уровней отслеживания воды; Одобрен РРР; Низкая стоимость	Имеются подвижные элементы; Большие габариты.
Ультразвуковые датчики	Простая настройка датчика; Ультразвук не воспринимается человеческим ухом; Соответствует номиналам тока для контроллера; Одобрен РРР.	Сигнал от излучателя распространяется, но не отбивается вне водной среды; Высока стоимость датчика, в среднем 90 000 рублей.
Рефлексные микроволновые (радиолокационные)	Одобрен РРР; Высока точность датчика в водной среде.	Высока восприимчивость к газам; Высока стоимость, в среднем 70 000 рублей; Чувствителен к помехам

Проанализировав различные виды датчиков, самым оптимальным выбором является герконовый (магнитный) датчик. Данных датчиков множество, поэтому необходимо определить конкретную модель, которая будет установлена в системе отслеживания уровня воды в трюмах. Выберем несколько моделей и сравним их характеристики в таблице.

Таблица 2

Сравнение герконовых датчиков

Критерии выбора	ПМП-116 Фирма «Сенсор»	ПМП-152 с «сухими» контактами Фирма «Сенсор»	ZDU.000-54M Компания «Теко»
Количество уровней измерения	До 11	До 4	3
Длина направляющей, мм	До 6000	До 6000	400
Степень защиты по ГОСТ 14254	IP 66	IP 66	IP 68
Назначенный срок службы, лет	10	10	10
Стоимость, руб.	15 000	8 500	4 270

Сравнив герконовые датчики, необходимо выбрать один из них. По представленным характеристикам, наиболее всего подходит ПМП-152 с «сухими контактами». Достоинство данной модели заключается в том, что можно заказать датчики разной длины, что позволит установить датчик по всей высоте в конкретном отсеке судна. Стоимость датчика выше чем у ZDU.000-54M, и защита ниже, чем у этого же датчика. Но преимущество ПМП-152 заключается в том, что он устойчив к агрессивным средам, его можно использовать даже в машинном отделении для контроля уровня льяльных вод. Данный датчик активно используется на флоте, и имеет невысокую стоимость среди конкурентов.

Заключение

Рассмотрев виды датчиков, принципы их работы и оценив их достоинства и недостатки можно сделать вывод, что оптимальным выбором среди всего множества датчиков является магнитные поплавковые. Стоимость этих датчиков доступа для судовладельцев. Номиналы тока соответствуют для подключения к блоку питания построенного на микроконтроллере. Возможна установка по всей высоте отсека. ПМП-152 является одним из лучших датчиков для системы отслеживания уровня воды в трюмах.

Литература

1. Библиотека корабельного инженера Е.Л. Смирнова [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://russrivership.ru/public/files/doc1049.pdf. (Дата обращения: 30.01.2022).

2. Коротун В.И. Датчик уровня жидкости: устройство, принцип действия, разновидности [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.asutpp.ru/datchik-urovnya-zhidkosti.html. (Дата обращения: 29.01.2022).

3. Современные проблемы транспортной системы России / А.О. Леонтьев // Актуальные аспекты и приоритетные направления развития транспортной отрасли: Материалы Молодежного научного форума студентов и аспирантов транспортных вузов (с международным участием). Санкт-Петербург, Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова и Российский университет транспорта, – М.: Перо, 2019. – С. 322-323. (Дата обращения: 28.01.2022).

JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF WATER LEVEL SENSORS IN PROJECT 887A HOLDS

A.N. Nosov[1], A.L. Pogudin[1,2]
[1]Perm branch of FSFEI HE «VSUWT», Russian Federation
[2]FSAEI HE «PNRPU», Russian Federation

Abstract. *An analysis of the sensors that meet the requirements for the system for tracking the water level in the holds was carried out. The analysis of the advantages*

and disadvantages of the selected sensors was carried out. The optimal sensor for this system was selected, specific models were compared.

Key words: *sensors, reed sensors, ultrasonic sensors, radar sensors, project 887A.*

Об авторах

Носов Алексей Николаевич (Пермь, Россия) – студент (специалитет) Пермского филиала ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», e-mail: lexa_nosov999@mail.ru

Погудин Андрей Леонидович (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, доцент, доцент отделения высшего образования, Пермский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», доцент кафедры «Информационных технологий и автоматизированных систем», ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», e-mail: pogudin_al@mail.ru.

УДК 614.842.43

Ю.А. Рогова;
ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ»,
Волгоград, Российская Федерация

РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «СИГНАЛ «Ч»» ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

Аннотация. Рассматриваются вопросы разработки универсального мобильного приложения «Сигнал «Ч»» для людей с ограниченными возможностями, условия установки, цели, задачи, принцип работы.

Ключевые слова: пожар, мобильное приложение, связь, подразделения пожарной охраны, вид возгорания, люди с ограниченными возможностями.

Как показывает существующая официальная статистика по пожарам, во всех густонаселенных городах России ситуация с пожарами очень напряженная. Многие среднегодовые показатели (к примеру, число пожаров, погибших и пострадавших на душу населения, на сотню пожаров и др.) значительно превышают среднемировые значения и далеки от допустимого уровня. Реальный уровень показателей многократно превышает допустимый в среднем в 20 раз. А в некоторых городах и того больше, например, в Волгограде – почти в 30 раз.

От оперативности и надежности средств связи, безусловно, напрямую зависят не только наносимый ими материальный ущерб, но и количество человеческих жертв, и количество получивших травмы.

Специалисты в области обеспечения пожарной безопасности считают, что при обнаружении пожара не на ранней стадии, задержке и не своевременном прибытии отделений пожарной охраны к месту происшествия, из-за позднего сообщения о нем, существенно возрастают размеры социально-экономических последствий от пожара, они могут стать катастрофическими для региона и государства в целом.

Каждый сознательный житель в мире, безусловно, обязан своевременно сообщать в соответствующие специальные службы о любой произошедшей чрезвычайной ситуации (далее - ЧС), свидетелем или участником которой он стал, но

не у каждого человека имеется такая физическая возможность. К примеру, люди с нарушениями слуха и отсутствием возможности говорить, имеют проблемы, мешающие им жить также полноценно, как и остальное общество, именно этот фактор наталкивает на необходимость в разработке специальных мобильных приложений, устанавливаемых в сотовых телефонах, что позволит для них частично исправить эту проблему с помощью не сложного функционала [1].

В настоящее время в России разработаны и успешно функционируют несколько таких мобильных приложений, предназначенных для экстренной передачи, отправки и обмена сообщениями с центральными пунктами связи специальных подразделений и служб, целью которых является помощь и защита населения при различных ЧС. К сожалению, функционал этих мобильных приложений не всегда отвечает заявленным требованиям. Рассмотрим основные, часто используемые населением специальные мобильные приложения [3].

«Мобильный спасатель» - официальное мобильное приложение, разработчиком которого является непосредственно МЧС России, оно позволяет одним нажатием кнопки «SOS» позвонить в экстренную службу оказания помощи населению, а так же отправить родным и близким сообщение о том, что человек оказался свидетелем и участником ЧС. Кроме этого, данное мобильное приложение дает возможность узнать много нового из различных справочников и рекомендаций как правильно оказать первую помощь, как вести себя при той или иной ЧС, а также где находятся ближайшие экстренные службы реагирования и помощи населению.

Рассмотрим несложный функционал мобильного приложения «Мобильный спасатель», который позволяет:

– позвонить в службу спасения все важную информацию с помощью нажатия одной кнопки «SOS», а так же сообщить о своем точном местонахождении, свой номер телефона. Эти данные моментально поступят в региональную службу спасения и на сотовые телефоны родственников и близких людей, номера которых ранее были внесены в список экстренных контактов;

– изучить справочную литературу, пособия, рекомендации по оказанию первой помощи пострадавшим при той или иной ЧС и правила поведения в них;

– сориентироваться по картам и найти ближайшую экстренную службу реагирования и расстояние до них.

Чтобы воспользоваться мобильным приложением «Мобильный спасатель», необходимо всего лишь зайти в «AppStore» или «Play Market» и скачать данную программу на свой сотовый телефон. Перед началом использования данной программы, необходимо получить пароль для доступа, вписав номер своего сотового телефона. К основному недостатку данного приложение относится то, что использовать его можно только при наличии доступа в Интернет. В ответ на заявку система пришлёт смс с паролем для входа в программу. Далее необходимо в рамках нормальной работы приложения включить модуль навигации смартфона для определения вашего местоположения. О начале работы системы вас оповестит появившейся на главном экране круглый зелёный значок, так же вы увидите на основном экране приложения красную кнопку «Послать сигнал SOS». С помощью этой кнопки, оказавшись в ЧС, можно оповестить об этом специальные экстренные службы МЧС России, а также родных или близких. Необходимость и целесо-

образность последнего действия не совсем очевидна. Каждая ЧС по-своему уникальна и не всегда у человека, попавшего в беду, есть возможность разговаривать в ответ с родными и близкими, решившими срочно ему перезвонить после получения тревожного сигнала. Тем самым уровень тревожности у родных и близких резко возрастает, переходя в чувство паники и беспомощности. Вид главного экрана мобильного приложения «Мобильный спасатель» представлен на рисунке 1.

Данное мобильное приложение может в автоматическом режиме определить регион вашего нахождения, оператора сотовой связи, выберет из базы необходимый номер экстренных служб реагирования и осуществит их вызов к месту ЧС. Это является еще одним существенным недостатком данного мобильного приложения. К сожалению, вызвать экстренные службы реагирования можно только с помощью прямого набора номера их телефона, смс общение с ними в этой программе не предусмотрено, что, безусловно, усугубляет ситуацию для людей с ограниченными возможностями по здоровью.

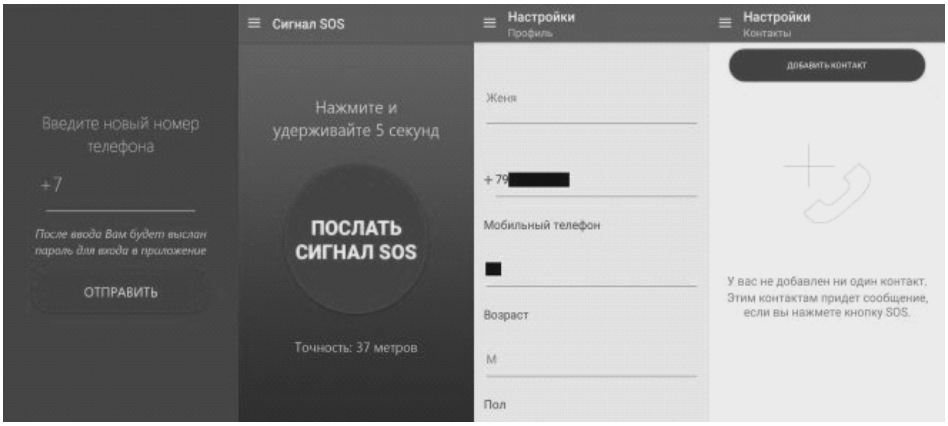


Рисунок 1. Вид главного экрана мобильного приложения «Мобильный спасатель»

Приложение «Мобильный спасатель» включает и другие разделы, например, три справочных раздела «Первая помощь», «Действия при ЧС» и «Справочник учреждений». С помощью справочника зарегистрированных учреждений человек можете узнать, какие учреждения МЧС России, МВД России или Минздрава России находятся рядом с ним поблизости благодаря включенной ранее системы навигации. Важным недостатком здесь является то, что мобильное приложение автоматически предлагает телефоны не ближайших к месту ЧС экстренных служб, а телефоны подразделений, в районе обслуживания которых произошло бедствие, что в некоторых случаях может намного затянуть время их прибытия.

Что качается двух других разделов по оказанию первой помощи и действий при ЧС так же есть недостатки. Советы по оказанию первой помощи сопровождаются картинками и иллюстрациями с не очень хорошей графикой. Ошибки при оказании первой помощи могут стоить жизни спасаемому. И это важно четко понимать и осознавать. Неграмотным оказанием первой помощи можно не спасти, а навредить. В разделе, посвящённом действиям при ЧС, иллюстрации и вовсе отсутствуют.

По многочисленным отзывам пользователей в интернете о данном мобильном приложении можно сделать вывод о неудобном интерфейсе, неточно составленной инструкции по использованию, о сложности у пользователей, возникаю-

щих и с записью контактов своих родственников и т.д. Так же в мобильном приложении отсутствует экранная кнопка меню – это не совсем удобно в обращении, так как большинство современных смартфонов отдельной кнопки не имеют. При отсутствии мобильной связи и сети интернет на месте происшествия ограничивается работа данного мобильного приложения. Возникают и некоторые сложности с установкой программы на сотовый телефон. Например, отсутствует возможность скачать данное мобильное приложение с официального сайта МЧС России и с сайта разработчика программы http://www.sitesoft.ru. Это возможно сделать только через Google Play. Еще один минус приложения «Мобильный спасатель» не функционирует в Крыму, что сильно ограничивает возможность сообщения о ЧС жителям данного региона и путешествующим.

Безусловно, чтобы приложение получило твёрдую пятёрку, нужно поработать над ошибками. Разработчикам есть над чем подумать при подготовке очередной версии программы. В обновленной версии приложения необходимо:

– переработать систему авторизации;
– проработать функцию отправки сообщения в службу спасения при отсутствии доступа в интернет;
– отредактировать профиль пользователя;
– переработать раздел уведомлений;
– переработать раздел экстренных контактов;
– переработать журнал уведомлений от пользователей;
– доработать функцию уведомления о ЧС поблизости;
– доработать функцию построения маршрута до учреждения;
– обновить контент;
– исправить ошибки;
– повысить стабильность функционирования.

Рассмотрим следующее мобильное приложение по безопасности «МЧС России», разработанное специалистами «Информационно-аналитического центра МЧС России», доступного для бесплатного скачивания в онлайн-магазинах «Google Play», «App Store» и успешно работающего на операционных системах мобильных устройств «iOS» и «Android».

Из существующих преимуществ данное мобильное приложение поможет сориентироваться и быстро найти информацию о том, как себя вести при той или иной ЧС и будет полезно как в быту, так и на отдыхе. После установки данной программы на сотовый телефон у пользователя появится возможность не только в один клик вызвать экстренные службы реагирования, но и при необходимости сделать видимым для представителей экстренных служб собственное местоположение. Приложение точно определит местонахождения человека по данным геолокации и передаст эти координаты сотрудникам экстренных служб реагирования. Для получения более подробной информации о действиях при той или иной ЧС пользователь всегда сможет оперативно перейти на страницу официального сайта МЧС России.

Мобильное приложение «МЧС России» включает в себя не только разделы и рубрики с важной и очень полезной информацией, но и интерактивы. В последней версии данного мобильно приложения разработано шесть рубрик: «Что де-

лать», «МЧС рекомендует», «Первая помощь», «Карта рисков», «Проверь свою готовность», «Проверь свои знания». Вид главного экрана приложения «МЧС России» представлен на рисунке 2.

Рисунок 2. Вид главного экрана приложения «МЧС России»

Так, в разделе «Что делать» подробно представлен порядок действий и правила поведения в экстренной ситуации с голосовым помощником.

Раздел «МЧС рекомендует» – это своеобразная база данных, хранилище специальной информации и знаний по обеспечению безопасности, рассказывающий о причинах возникновения ЧС и их предупреждении.

В разделе «Первая помощь» содержится полезная информация и сведения по грамотному и поэтапному оказанию первой помощи пострадавшему до прибытия медиков на месте ЧС.

Рубрика «Карта рисков» содержит ежедневный, оперативный, достоверный прогноз о возможных угрозах и стихийных бедствиях в регионе нахождения пользователя природного характера.

Рубрики «Проверь свою готовность» и «Проверь свои знания» носят интерактивный характер и содержат чек-листы по проверке личной готовности и готовности жилища к возможным ЧС, проверочные тесты, позволяющие оценить свои знания по действиям в той или иной ЧС.

Проанализировав многочисленные отзывы пользователей в сети Интернет можно сделать выводы, что данное мобильное приложение нуждается в серьезной доработке. Разработчикам приложения необходимо:

– обеспечить возможность появления на главном экране приложения актуальной информации (всплывающие окна) о возможных угрозах ЧС в регионе пользователя посредством автоматического определения его места нахождения;

– обеспечить возможность предупреждения о надвигающемся природном стихийном бедствии не только в регионе пользователя, но и соседних регионах так же;

– обеспечить возможность постоянного информирования о текущей ЧС;

– обеспечит возможность появления актуальных новостей главных управлений, а не ссылок на их источник;

– оборудовать приложение тревожной кнопкой «SOS»;

– сделать приложение более информативным;

– дополнить приложение актуальной нормативно-правовой базой (законы и другие нормативно-правовые акты, регулирующие деятельность МЧС России, пожарной охраны);

– добавить функцию по регистрации туристских групп.

Мы произвели обзор наиболее актуальных на сегодняшний день специальных мобильных приложений, предназначенных для оповещения населения о различных ЧС. К сожалению, людям с ограниченными физическими возможностями по слуху и речи не предоставляется возможность оперативно проинформировать экстренные службы реагирования о ЧС и своевременно получить от них помощь.

Исходя из выше сказанного, нами было разработано универсальное мобильное приложение (далее – МП) «Сигнал «Ч»» предназначенное специально для людей с ограниченными возможностями по слуху и речи. Оно дает возможность вызова подразделений пожарной охраны и экстренных служб реагирования путем отправки информации пользователем для ее дальнейшей обработки в центральных пунктах связи данных экстренных служб. При этом пользователи смогут не указывать адрес места происшествия, МП само определит его и передаст координаты в пожарную охрану. Кроме того, человек сам сможет уточнить место происшествия, указав определённую точку на карте города.

Для того чтобы иметь возможность вызвать пожарную охрану, пользователь должен будет пройти авторизацию. При желании можно дать расширенную информацию о себе в профиле (пол, возраст, адрес проживания, контакты родственников).

Например, для вызова пожарных потребуется уточнить, где произошло возгорание (в жилом доме или на улице, в производственном помещении или в транспорте). Если ЧП произошло в квартире, потребуется указать подъезд, номер квартиры, этаж, код домофона и другие данные. Пользователи МП смогут отправлять фотографии и видеозаписи с места происшествия. Вся эта информация пригодится подразделениям пожарной охраны для оперативного реагирования на сообщение и верной оценки обстановки. МП будет присылать уведомления о том, как скоро приедет помощь. При этом каждый сможет оценить оперативность и эффективность работы службы пожаротушения, поставив оценку – от одного до пяти.

МП создано для операционных систем Android, IOS, для оперативного оповещения и вызова сил и средств подразделений пожарной охраны и служб жизнеобеспечения в случае пожара (ЧС) для людей с ограниченными возможностями (глухие, немые, глухонемые). Для Android требуется смартфон с версией 4.4. и старше и стандартной поддержкой сервисов Google.

Цель создания МП – исключить неточности и влияние стрессовых факторов во время передачи информации человеком с ограниченными возможностями о пожаре (ЧС), существенно сократить время, затрачиваемое на дозвон в пожарную охрану и общение с диспетчером, обеспечить возможность передачи информации при отсутствии слуха, голоса у человека.

Задачи МП:

– быстро и точно передавать информацию о пожаре (ЧС) диспетчеру пожарной охраны по средством отправки информации сообщения на рабочий ПК диспетчера;

– автоматическая регистрация местоположения абонента по средством определения его геоданных в момент подачи сигнала о пожаре (ЧС);

– автоматическая фиксация времени поступления сообщения о пожаре (ЧС), личных данных абонента;

– сокращение времени обработки диспетчером поступающего сообщения о пожаре (ЧС) и высылку необходимых сил и средств к месту пожара (ЧС);

– передача дополнительной информации о пожаре (ЧС) абонентом диспетчеру (точный адрес места пожара (ЧС), количество пострадавших, уточнение характеристик объекта ЧС и т.д.);

– автоматическое ведение отчетности по данным о пожаре (ЧС);

– исключить искаженность информации о пожаре (ЧС), передаваемой абонентом в условиях паники и стресса.

После скачивания МП с площадок Google Play, App Store, МП запрашивает регистрацию через портал «Госуслуги», исключая тем самым подачу некорректной информации о личных данных абонента. Вид главного экрана при регистрации пользователя через портал «Госуслуги» представлен на рисунке 3.

Рисунок 3. Вид главного экрана при регистрации пользователя через портал «Госуслуги»

Для эффективной работы МП необходимо разрешить использование геоданных абонента и отправку текстовых сообщений (в случае отсутствия интернета у абонента). После окончания настройки МП, появится окно с информацией о возможной ответственности за ложный вызов сил и средств.

Затем абонент проходит обучающий курс по использованию МП и нажимает кнопку «Далее».

Для сообщения о пожаре (ЧС) абонент должен выбрать соответствующую иконку на главном экране МП с указанием вида пожара, удерживая ее в течении 3 секунд. Далее абонент подтверждает свой выбор и заполняет поля с необходимой дополнительной информацией о пожаре. Вид главного экрана МП «Сигнал «Ч»»

представлен на рисунке 4. Основные элементы интерфейса МП пользователя и диспетчера пожарной охраны представлены в таблице 1.

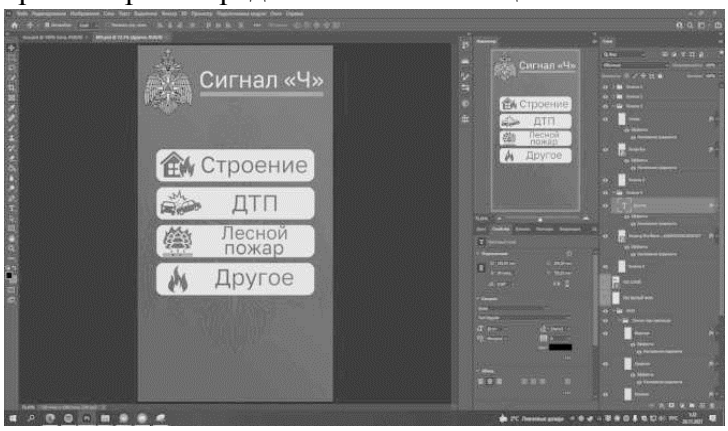


Рисунок 4. Вид главного экрана МП «Сигнал «Ч»»

Таблица 1

Основные элементы интерфейса МП «Сигнал «Ч»» пользователя

Вид пожара				
В здании, сооружении	Лесной	Транспорт	Промышленное возгорание	Другое
Подтверждение	*Подтверждение*	*Подтверждение*	*Подтверждение*	*Подтверждение*
Доп. Инф.	*Доп. Инф.*	*Доп. Инф.*	*Доп. Инф.*	*Доп. Инф.*
−адрес; −этажность; −наличие пострадавших в здании, сооружении.	−что горит; −примерная площадь горения; −наличие ближайшего населенного пункта, его удаленность (примерно).	−вид т/с; −количество т/с; −наличие пострадавших.	−адрес; −этажность; −что горит; −наличие пострадавших.	−адрес; −что горит; −наличие пострадавших.
ОТПРАВИТЬ	*ОТПРАВИТЬ*	*ОТПРАВИТЬ*	*ОТПРАВИТЬ*	*ОТПРАВИТЬ*

Номер телефона_____
ФИО_____
Дата рождения _____
Карта с геолокацией абонента
Вид пожара_____
Адрес места пожара_____
*Доп. информация*_____

Рисунок 5. Основные элементы интерфейса МП «Сигнал «Ч»» диспетчера пожарной охраны

Безусловно, все разработанные и перечисленные приложения помогут человеку не только сориентироваться и мгновенно найти нужную и полезную информацию о действиях в случае ЧС, но и отправить экстренные сообщения и все необходимые данные о той или иной ЧС.

Мы надеемся, что разработанное нами мобильное приложение поможет не только обычным людям, но и тем, для кого элементарные действия по вызову экстренных служб к месту бедствия становятся чрезвычайно сложными.

В заключении хочется отметить, что организация оперативной связи в подразделениях пожарной охраны МЧС России играет первостепенное значение, так как вовремя полученные сигналы о бедствии и грамотная координация действий сотрудников способны принести неоценимую помощь при спасении огромного количества людей и материальных ценностей. Качественная связь обеспечивает не только сплоченность и четкую координацию деятельности всех экстренных служб реагирования, задействованных в ЧС, но и позволяет упорядочить процесс взаимодействия различных специалистов, позволив им качественно выполнять свою работу, как в команде, так и индивидуально [4].

Литература

1. Зыков В.И., Командиров А.В., Мосягин А.Б, Тетерин И.М., Чекмарев Ю.В. Автоматизированные системы управления и связь. Учебник. // Под ред. Зыкова В.И. М.: АГПС, 2006. – 665 с. (дата обращения: 17.03.2022 г.).

2. Корольков А.П., Терехин С.Н., Смирнов А.С., Автоматизированные системы управления и связь. Учебное пособие.Ч2. -СПб.: СПУ ГПС МЧС России, 2009. – 234 с. (дата обращения: 17.03.2022 г.).

3. Корольков А.П., Терехин С.Н., Федоров Н.И., Чуприян А.П. Автоматизированные системы управления и связь. Учебное пособие.Ч1. -СПб.: СПУ ГПС МЧС России, 2008. – 182 с. (дата обращения: 17.03.2022 г.).

4. Федеральный закон «О пожарной безопасности». – М.: РФ, 1995. – 48 с. (дата обращения: 17.03.2022 г.).

DEVELOPMENT OF A UNIVERSAL MOBILE APPLICATION «SIGNAL «CH»» FOR PEOPLE WITH DISABILITIES

Y.A. Rogova
FSBEI HE «Volgograd SAU»
Volgograd, Russian Federation

Abstract. *The issues of developing a universal mobile application «Signal «Ch»» for people with disabilities, installation conditions, goals, objectives, and the principle of operation are considered.*

Key words: *fire, mobile application, communications, fire departments, type of fire, people with disabilities.*

Об авторе

Рогова Юлия Александровна (Волгоград, Россия) – аспирант кафедры «Математическое моделирование и информатика», ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», e-mail: july702@rambler.ru.

УДК 621.313.333

С.В. Светличный;
ФГБОУ ВО «Дальневосточный ГАУ»,
Благовещенск, Российская Федерация

ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Аннотация. В статье рассмотрены некоторые факторы, влияющие на надежную эксплуатацию асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором в приводах сельскохозяйственных механизмов. Предложен метод диагностики неисправности обмоток статора асинхронного двигателя вращающимся шариком в магнитном поле.

Ключевые слова: эксплуатация, надежность, диагностика, повреждения двигателя, вероятность отказов, вращающийся шарик, межвитковое замыкание.

Асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором – самые распространенные электрические машины – они применяются для работы компрессоров, станков, зернодробилок, бетономешалок, транспортеров, лебедок, лифтов и других многочисленных рабочих механизмов.

Преимущества асинхронных двигателей:

1. Низкая стоимость.
2. Эксплуатационная надежность.
3. Устойчивость к перегрузкам.
4. Хорошие энергетические показатели.

Благодаря этому достоинству они применяются в сельскохозяйственных производствах, коммунальном хозяйстве транспорте и других отраслях промышленности [1].

Исследования характеров неисправностей двигателей переменного тока позволили получить следующий результат:

- Неисправность статора – 38%
- Неисправность ротора – 10%
- Неисправность подшипников – 40%
- Другие неисправности – 12%.

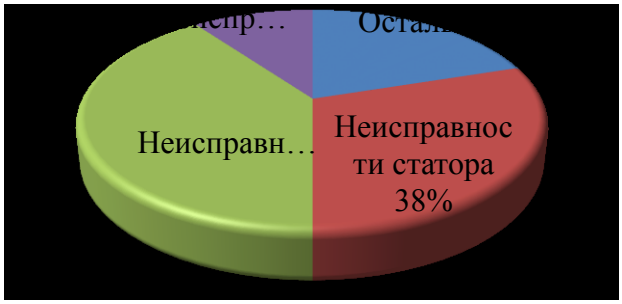


Рисунок 1. Неисправности асинхронного двигателя [2].

При работе на предприятиях сельского хозяйства асинхронные двигатели подвергаются воздействию многих неблагоприятных факторов:

- Повышенная влажность;
- Наличие в воздухе агрессивных газов;
- Технологические перегрузки;
- Неполнофазные режимы работы;
- Колебания напряжения питающей сети;
- Низкое качество электрической энергии [4].

Работа асинхронного двигателя связана с элементами электроприводов рабочих механизмов, которые могут выйти из строя, а это приводит к перегрузке всего механизма технологического процесса. Важную роль играет состояние изоляции электродвигателя и ее нарушение приводит к короткому замыканию между витками обмотки двигателя.

Причины неисправностей статора:

- Перегрузка двигателя, вызванная неисправностями в транспортере, редукторе;
- Заклинивание подшипника;
- Брак при изготовлении электродвигателя на заводе;
- Хранение во влажных помещениях;
- Эксплуатация некачественным напряжением.

Целостность сопротивления изоляции от замыкания на корпус определяют с помощью мегомметра – оно должно быть одинаковым во всех обмотках. Для определения межвиткового замыкания в обмотках электродвигателя можно использовать свойство трёхфазной обмотки статора создавать круговое вращающееся магнитное поле с применением металлического шарика, с помощью которого можно определить место неисправности.

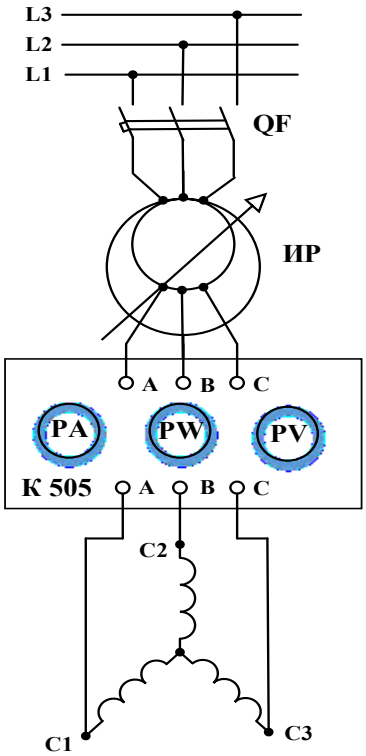


Рисунок 2. Схема подключения обмотки статора к сети переменного тока

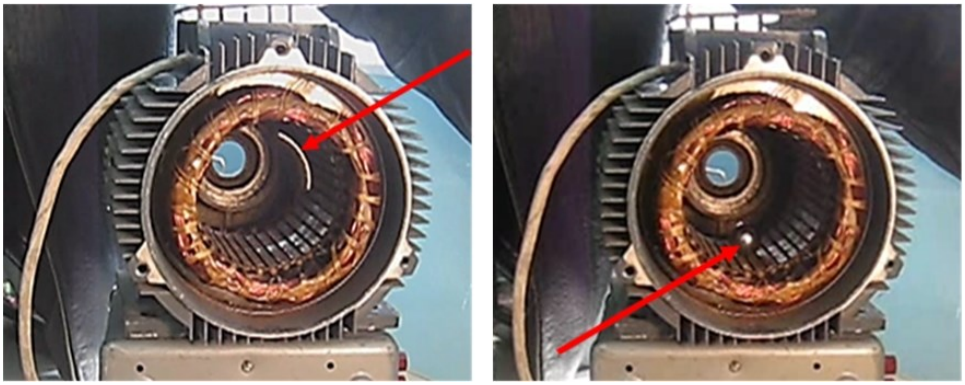
Данный метод диагностики неисправности обмоток статора асинхронного двигателя основан на получении кругового вращающегося электромагнитного поля, создаваемого исправными обмотками статора. Для проведения проверки сначала нужно извлечь ротор из двигателя. Затем нужно проверить симметрию напряжения по фазам с помощью измерительного комплекта К-505. На обмотки статора подаем пониженное напряжение 30 – 50В с помощью индукционного регулятора, построенного на базе двигателя с фазным ротором, заторможенным червячной передачей.

При включении напряжения на статоре образуется вращающееся магнитное поле, которое при помещении внутрь шарика заставит его вращаться синхронно с этим полем. Если же шарик в какой-то момент времени остановится («залипнет») – значит в этом месте замыкание витков исследуемой обмотки.

Для проведения эксперимента был использован асинхронный двигатель типа АИР100S4У3; Δ/Y; 220/380; 3 кВт; 11,4/6,6А; 1430 мин-1; η = 83%; Cosφ = 0,8. Сначала извлекаем ротор с подшипниками, затем на обмотку статора подаем пониженное напряжение не более 50 вольт, так как ток холостого хода может составлять от 20 до 80% от номинального, что приведет к перегреву обмотки статора.

После включения напряжения стальной шарик вбрасывался в воздушный зазор с вращающимся магнитным полем. Если шарик начинает синхронно вращаться без остановок – это значит, что межвиткового замыкания в обмотке стато-

ра нет. Если шарик сначала начинает вращаться а затем останавливается, то, место его остановки указывает на наличие межвиткового замыкания в обмотке статора то есть он примагничивается («залипает») в месте неисправности. Продолжительность эксперимента не более 20-30 сек.



а) **б)**

Рисунок 3. Фрагменты видеофайла «Вращающееся магнитное поле»:
а) шарик вращается; б) шарик неподвижен

Представленные фотографии выполнены с видео, выполненного в ходе эксперимента.

При эксплуатации асинхронного двигателя и качественного его использования нужно применять различные методы диагностики, которые постоянно совершенствуются и обновляются, а это приведет к улучшению экономической эффективности использования технологического оборудования [3].

Литература

1. Гольдберг, О.Д. Надежность электрических машин / О.Д. Гольдберг, С.П. Хелемская; под ред. О.Д. Гольдберга. — М. : Издательский центр «Академия», 2010. – 288 с.

2. Диагностика асинхронных двигателей. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://studwood.ru/1711089/tehnika/diagnostika_asinhronnyh_dvigateley (Дата обращения: 23.03.2022).

3. Как проверить асинхронный двигатель на межвитковое замыкание: Межвитковое замыкание обмоток электродвигателя: признаки и способы определения. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://furniture-good.ru/raznoe/kak-proverit-asinhronnyj-dvigatel-na-mezhvitkovoe-zamykanie-mezhvitkovoe-zamykanie-obmotok-elektrodvigatelya-priznaki-i-sposoby-opredeleniya.html (Дата обращения: 27.03.2022).

4. Коробков И.Ф., Шилова Т.В. Особенности эксплуатации асинхронных электродвигателей в сельском хозяйстве. Журнал Вестник НГИЭИ. 2011. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-ekspluatatsii-elektrodvigateley-v-selskom-hozyaystve (Дата обращения: 25.03.2022).

PROBLEMS OF DIAGNOSIS OF ASYNCHRONOUS ENGINES

S.V. Svetlichny
FSBEI HE «Far Eastern SAU»
Blagoveshchensk, Russian Federation

Abstract. *The article discusses some factors affecting the reliable operation of asynchronous engines with a short-circuited rotor in the drives of agricultural mechanisms. A method for diagnosing a malfunction of the asynchronous engine stator winding windings with a rotating ball in a magnetic field is proposed.*

Keywords: *exploitation, reliability, diagnostics, engine damage, probability of failures, rotating ball, inter-touch closure.*

Об авторе

Светличный Сергей Васильевич (Благовещенск, Россия) – старший преподаватель кафедры «Электропривод и автоматизация технологических процессов», «Электроэнергетический факультет», ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет», e-mail: sergey.svetlichnyy.00@mail.ru

УДК 629.5.06
В.А Тюмин[1], А.Л. Погудин[1,2;]
[1]Пермский филиал ФГБОУ ВО «ВГУВТ»,
[2]ФГАОУ ВО «ПНИПУ»,
Пермь, Российская Федерация

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И ОТКАЧКИ ТРЮМНЫХ ВОД СУДНА ПРОЕКТА Р-85

Аннотация. Рассматривается возможность установки системы контроля обнаружения и откачки воды в трюмах баржи проекта Р-85. Подбираются наиболее рентабельные датчики в соответствии с этой задачей, а также система контроля к ним. Для моделирования установки выбрана программа «Logo! Soft Comfort». Проводится анализ системы, исходя из этого, был определен подходящий насос откачки воды.

Ключевые слова: *датчики, контроллер, программирование, откачка, магнитные датчики, сухие контакты, баржа, проект Р-85, насос, система контроля, судовая насосная станция, трубопровод*

Новые баржи с завода уже поставляют всё реже и реже, а это значит нужно как можно дольше продлить работоспособность существующих. Безусловно, вначале навигации происходит плановое ТО баржи, но даже при этом в течение навигации некоторые дают течь и работают уже не в полную силу.

Бункерные баржи открытого типа проекта Р-85 не обладают такими системами, вода из трюмов откачивается только по приходе в порт. Таким образом, актуальность данной статьи заключается в увеличении массы перевозимого груза посредством откачки ненужной воды из трюмов. Следовательно увеличиваются экономические показатели, так как меньше воды, значит больше продаваемого груза.

Цель работы заключается в рассмотрении возможности внедрения системы контроля и оповещения на баржу проекта Р-8, был рассмотрен способ установки датчиков уровня воды и осушительных насосов в трюма баржи, а также микроконтроллер отвечающий за исполнение операций обнаружения и откачки воды в отсеках баржи.

Анализ современных ресурсов говорит нам о том, что на сегодняшний день датчики уровня воды являются доступными в покупке и ценовом плане, кроме того, существуют их разновидности.

В таблице 1 представлены наиболее подходящие типы датчиков, которые рассматриваются для решения данной проблемы. Применение определённого типа датчика зависит от места его установки, условий эксплуатации на судне и параметров самого датчика.

Таблица 1

Сравнение типов датчиков

Тип датчика	Достоинства	Недостатки
Магнитные	Низкая стоимость, одобрен РРР, несколько уровней отслеживания воды	Подвижные элементы, большие габариты
Ультразвуковые	Простая настройка чувствительности, соответствует номиналам тока для контроллера	Высокая стоимость, сигнал излучателя не отбивается вне водной среды
Радиолокационные	Высокая точность датчика, разрешен РРР	Высокая стоимость

Исходя из предложенных типов датчиков, рациональнее будет использовать магнитный датчик, или же герконовый, проведём сравнительный анализ в таблице 2 касательно параметров этих датчиков от разных производителей и выберем оптимальный.

Таблица 2

Сравнительный анализ параметров магнитных датчиков

Параметры датчика	DUG1-20-1-S4	ПМП-052 с «сухими» контактами	ZDU.000-30
Уровни измерения	1	До 4	1
Длина направляющей, мм	460	До 6000	500
Срок службы	10	10	10
Стоимость, руб.	15220	8 500	4 930

Сравнив герконовые датчики, необходимо выбрать один из них. По представленным параметрам, наиболее рационально использовать ПМП-052 с «сухими контактами». Достоинство данной модели заключается в том, что можно заказать датчики разной длины, что позволит установить датчик по всей высоте в конкретном отсеке судна. Стоимость датчика больше чем у ZDU.000-30M, и защита ниже, чем у этого же датчика. Но преимущество ПМП-052 заключается в том, что он устойчив к агрессивным средам, его можно использовать даже в машинном отделении для контроля уровня льяльных вод. Данный датчик активно используется на флоте, и имеет не высокую стоимость среди конкурентов.

ПМП-052 это герконовый датчик он предназначен для контроля наличия (отсутствия) жидких сред. Контроль уровня жидкости осуществляется при помощи поплавка со встроенным магнитом, который магнитным полем воздействует на герконы, коммутирующие выходные цепи при достижении средой контролируемых значений уровня [6].

Таблица 3

Анализ ПЛК

Программируемый логический контроллер	Достоинства	Недостатки
ОВЕН	Удобность программирования, широкий функционал	Сложный монтаж и дорогостоящий ремонт. Низкая помехозащищенность.Стоимость
SIEMENS	Стоимость, простота установки и программирования, русифицированное ПО	Большой размер протоколов, помехозащищенность
SCHNEIDER	Графический дисплей, высокая устойчивость к температурным и механическим воздействиям	Стоимость, неудобная среда программирования

Для достижения поставленной цели, требуется программируемый логический контроллер управления, который будет принимать сигнал от датчика о поступлении воды и соответственно производить откачку. Проведем анализ подходящих контроллеров от разных производителей в таблице 3, сравним их параметры и стоимость [4].

Проанализировав вышеперечисленные ПЛК, очевидным выбором является Siemens,а именно Siemens LOGO. Он рекомендован для решения подобных задач, таких как обеспечение контроля насосной станции.

На рисунке 1 изображена принципиальная схема контроллера, которая производит откачку двумя насосами.

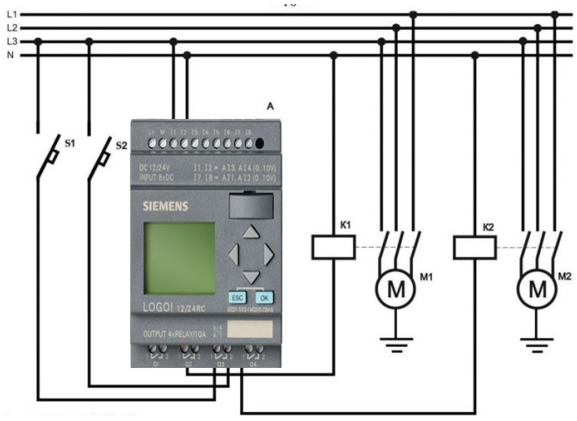


Рисунок 1. Функциональная схема контроллера при работе с двумя насосами

Далее исследуем логику работы контроллера Siemens Logo.Принцип его работы задается в программе LOGO!Soft Comfort. На рисунке 2 изображена логическая схема работы контроллера [2].

Система может работать в трёх режимах: Штатный, турбо, экстренная откачка. Управление режимами работы насосной станции осуществляется путём использования кнопочных выключателей и датчиков верхнего и нижнего уровня. Сигнал получаемый системой с датчика верхнего уровня сигнализирует о том, что резервуар заполнен, сигнал датчика нижнего уровня-резервуар пуст [2].

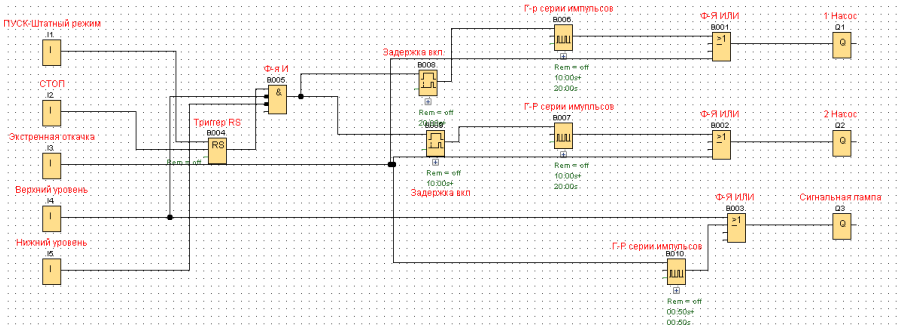


Рисунок 2. Логическая схема контроллера

Запуск системы начинается с кратковременного нажатия на кнопку «пуск», остановка системы – «стоп». Цепь управления может быть обесточена в любой момент кнопочным выключателем «Аварийный стоп». Работа двигателя сопровождается включением лампы соответствующей насосу [3].

Заключительная функция данной системы – откачка воды, необходимо выбрать подходящий осушительный насос, для этого проведём сравнительный анализ в таблице 3.

Таблица 3

Сравнительный анализ насосов НЦКВ/НЦКГ по основным параметрам

Марка электронасоса	Напор ном, (max,min)	Мощность двигателя, кВт	Масса агрегата, кг	Габаритные размеры, мм
НЦКГ-4/25, НЦКГ-4/25Б	25 (26-23)	2ДМШН90SB2 1,1	60	626x250x270
НЦКВ-25/40А	40 (41-38)	2ДМШН132В2 7,5	175	435x465x865
НЦКГ-6/40, НЦКГ-6/40Б	40 (41-38)	2ДМШН100L2 2,2	88	680x290x331

Проведя анализ данной таблицы делаем вывод что наиболее подходящий насос для откачки воды в трюме баржи является Насос НЦКГ-4/25.Таких насосов будет два, по левому и правому борту, отсеки будут соединены трубопроводом. Также есть возможность сделать сообщающие отсеки посредством небольших отверстий, при аварийной ситуации это не создаст проблем, так как скорость откачивания выше скорости затопления через такие отверстия [5].

Заключение

Используя данную систему, мы получаем следующий принцип действия. При состыковке с баржой на нее подается питание, контроллер срабатывает на превышение допустимого предела воды ,(для повышения КПД данного действия, рационально установить датчик в возможном месте водосбора).Дальнейшее действие воспроизводят насосы, а именно откачку воды через трубопровод, являющийся соединительным для отсеков левого борта, также соединен и правый борт. Это позволит перевозить больше груза ,а также возможность дистанционного контроля трюмных вод баржи.

Литература

1. Библиотека корабельного инженера Е.Л. Смирнова [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://russrivership.ru/ships (Дата обращения: 01.02.2022).
2. Иванов В.Э., Конопелько Г.К. Основы проектирования микросистем на базе Siemens LOGO! и S7-200
3. Назначение и классификация судовых насосов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://mirmarine.net/svm/sudovye-nasosy/80-naznachenie-sudovykh-nasosov. (Дата обращения: 01.02.2022).
4. Управление насосной станцией [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://ppt-online.org/419796 (Дата обращения: 01.02.2022).
5. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2016. – 160 с.
6. Языки программирования промышленных контроллеров. Деменков Н.П. Издательство МГТУ имени Н.Э Баумана 2004. – 173 с.

DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR MONITORING AND PUMPING BILGE WATERS OF A VESSEL OF THE R-85 PROJECT

V.A. Tyumin[1], A.L. Pogudin[1,2]
[1]Perm branch of FSFEI HE «VSUWT»
[2]FSAEI HE «PNRPU»
Perm, Russian Federation

Abstract. *The possibility of installing a monitoring system for detecting and pumping water in the holds of a barge of the R-85 project is being considered. The most*

cost-effective sensors are selected in accordance with this task, as well as a control system for them. The selected controller is programmed in the program «Logo! Soft Comfort». An analysis of the system is being carried out, based on this, a suitable water pumping pump was determined.

Key words: *sensors, controller, programming, pumping, magnetic sensors, dry contacts, barge, project R-85, pump, control system, ship pumping station, pipeline*

Об авторах

Тюмин Вадим Алексеевич (Пермь, Россия) – студент (специалитет) Пермского филиала ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», e-mail: nomir.59@mail.ru

Погудин Андрей Леонидович (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, доцент, доцент отделения высшего образования, Пермский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», доцент кафедры «Информационных технологий и автоматизированных систем», ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», e-mail: pogudin_al@mail.ru.

УДК 629.5.06

Р.С. Фёдоров[1], А.Л. Погудин[1,2] ;
[1]Пермский филиал ФГБОУ ВО «ВГУВТ»,
[2]ФГАОУ ВО «ПНИПУ»,
Пермь, Российская Федерация

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ НА СУДНЕ ПРОЕКТА Р-109 «ПОРТОВЫЙ-1»

Аннотация. Проведён анализ и сбор данных, а также сравнение установок по очистке и опреснению воды озонаторным способом и способом обратного осмоса, а также возможности и рентабельность установки на судно данных систем. Проанализирован и сформирован конкретный выбор системы, приведены аргументы выбора системы.

Ключевые слова: озон, обратный осмос, судно, опреснение, водоёмы, экипаж, бытовые условия экипажа.

В настоящее время суда внутреннего водного плавания довольно сильно изношены за годы эксплуатации и неполноценного ремонта, а средний возраст судов варьируется от 40 до 50 лет. При этом высокая загруженность судов выводит из строя старые советские системы, установленные в 1970 и 1980 года постройки судов.

Так как пассажирские суда хоть как-то мало помалу обновляют, из-за последствий затопления теплохода «Булгария», связанного с большим количеством жертв, то суда грузового назначения эксплуатируют до максимального износа, а бытовые условия экипажа на таких суда оставляют желать лучшего, поэтому на протяжении статьи в качестве примера будет приводиться судно проекта Р-109 «Портовый 1» являющееся несамоходным землесосом и не имеющее возможности самостоятельно заходить в порты и пополнять свои запасы. На большинстве судов советской постройки использовали очистку питьевой воды озонаторными системами, за время работы подобных систем были выявлены следующие недостатки:

1. При присутствии содержания фенольных сочетаний, воду невозможно рассматривать целиком как чистую и безопасную, уже после озонирования она имеет необходимость в добавочной обработке;

2. Грязная вода потребует большое количество времени для того, чтобы очиститься. Преобладание числа применяемого с целью окисления элемента способно причинить ущерб самочувствию человека;

3. Также длительный процесс озонирования способен вызвать перебои в работе органов дыхания. Применять элемент необходимо аккуратно;

4. При длительном сохранении воды способны возникнуть болезнетворные бактерии, по этой причине воду, не использованную в после приготовления, необходимо подвергать обработке дополнительно;

5. Недостатком можно рассматривать также значительную цену озоновых фильтров.

В свою очередь обратный осмос обладает неоспоримыми преимуществами перед озоном и может устанавливаться на большее количество различных типов судов.

Основным преимуществом обратного осмоса считается вероятность применения в зданиях также квартирах, школах, клиниках, фирмах общественного питания, на социальных участках. Сильные конструкции обширно применяются в промышленности, а также теплоэнергетике. Второе существенное преимущество – большая вариативность систем. Подобрать возможно конструкцию производительностью с 8 л. в час вплоть до 50000 л/ч. Значительный уровень обессоливания (очищения) воды вплоть до 98%. Присутствие наименьших энергетических затратах вода практически целиком очищается от солей, молекулы которых значительно меньше молекул воды. При этом никак не используется нагревание либо применения хим. реагентов. Данный раздел довольно неоднозначный.

Его причисляют в то же время равно как к превосходствам, также к минусам обратного осмоса. Опреснение морской воды. Промышленные опреснители дают возможность убрать вплоть до 95% солей с морской воды, в которой располагается вплоть до 35 мг на литр солей разнообразного происхождения (в основном, NaCl). Сильные установки дают возможность получить воду чистотой вплоть до 99,9%. Оставшийся продукт сливают назад либо применяют в химической индустрии [2].

Конструкции обратного осмоса дают возможность найти решение проблемам орошения, водоснабжения населенных пунктов также компаний, уменьшить нагрузку на естественные пресные водоемы. Легкодоступная стоимость бытовых установок. Это еще одно преимущество концепции обратного осмоса. Легкость системы, энергонезависимость, а также небольшие расходы в обслуживании делают бытовые конструкции экономически выгодными при любой численности людей.

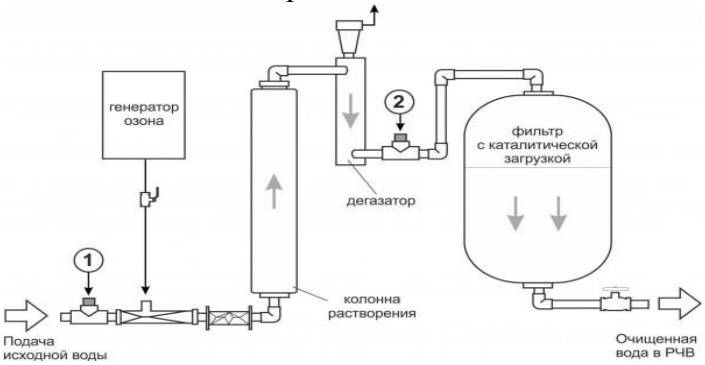


Рисунок 1.Схема очистки воды системой озона

Основной составляющей частью установки озона является генератор озона, который выглядит как концентрический электрод. Также в установке находятся стеклянные трубки, диэлектрики, обработанные специальным покрытием из алюминия, которые способны выдержать напряжение до 10000В.

При наличии многих плюсов озон сложен в использовании, для работы с ним требуется высококвалифицированный персонал для обслуживания и осуществления процесса фильтрации. При утечках озона или неправильном приготовлении питьевой воды возможно нанести вред здоровью человека [4].

По всем санитарным нормам предполагается использование на человека в сутки 70 литров воды в среднем, полный же объём использованной воды должен составлять 300 литров. Так же по законодательству Российской Федерации предполагается чёткое распределение и регламентирование расположения систем фильтрации воды, а также бытового водоснабжения.

Таблица 1

Сравнение способов обработки питьевой воды

Озон	Обратный осмос
Свойства дезинфекции и очистки воды	
Сильный асептол	Никак не обладают обеззараживающими качествами, при долгом нахождении в эксплуатации допустимо развитие болезнетворной микрофлоры на поверхностях
Оказывает сильное воздействие на микроорганизмы	Оказывает сильное воздействие на микроорганизмы
Оказывает большую эффективность против патогенов	Оказывает сильное воздействие на микроорганизмы
Гарантирует обеззараживающий эффект	Гарантирует обеззараживающий эффект
Убирает возможность возникновения пленки, но при долгом хранении прорастает бактериями	Не убирает возможность возникновения пленки
Небольшие дозы дезинфекции	Разнообразные дозы дезинфекции
Окисление	
Хорошее окисление	Хорошее окисление
Хорошо окисляет марганец и железо	-
Разлагает фенолы	Требования по содержанию фенолов
Окисляет антропогенные соединения	-
Опасные выделения после реакции	
Не выделяет хлор	Не выделяет хлор
При высоких дозах, образует вредные продукты для человека	-
Окисляет аммиак	Не окисляет аммиак
Вкус воды	
Полностью удаляет вкусы и запахи воды при обработке, так же удаляет минералы	Полностью удаляет вкусы и запахи воды при обработке
Рентабельность	
Очень высокая стоимость оборудования	Средняя стоимость оборудования, при обслуживании не требует больших затрат
Требуется пользоваться дорогостоящими фильтрами	Небольшие затраты в обслуживании на подготовку воды перед использованием
Повышенный риск разгерметизации старых систем	Работа с реагентами высокой кислотности и щелочности

Приводя в пример (табл. 1) преимущества и недостатки, приведённые выше, мы видим, что обратный осмос намного дешевле в покупке и обслуживании, а также более безопасен для человека и обслуживающего персонала [1].

Также существуют другие системы очистки питьевой воды, но проведя сравнительный анализ, было выяснено, что системы сорбционной очистки воды, очистки высокочастотными разрядами, низкочастотными, электрохимическая очистка МИО-излучение и дистилляция значительно уступают в качестве фильтрации, установкам озонирования и обратного осмоса. Сама же работа осмоса производится по принципу перекачивания жидкости через мембрану при перемещении с раствором щелочей и кислот, концентрированный раствор с окислениями и вредоносными бактериями не проходит через мембрану и возвращается обратно, таким образом, обеспечивая работу обратного осмоса.

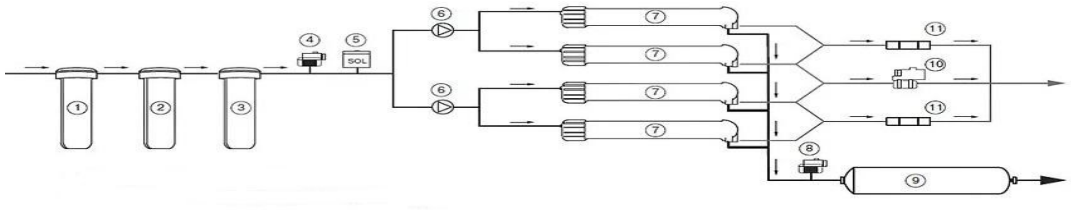


Рисунок 2. Схема работы обратного осмоса:
1,2,3 – префильтры, 4 – датчик низкого давления, 5 – входной соленоидный клапан, 6 – насос,7 – мембраны, 8 – датчик высокого давления, 9 – постфильтр, 10 – соленоидный клапан на линии дренажа, 11 – дренажные ограничители

При меньшем объёме установки осмоса она бы сэкономила место в помещении судна для фильтрации воды, также есть возможность подобрать установку под определённое количество экипажа и пассажиров на судне, а значит, по объёму получаемой воды даёт широкие возможности экономии при покупке новой установки фильтрации осмосом.

При обслуживании установки потребовалось бы дополнительное переобучение экипажа и прохождение техники безопасности работы с реагентами. Сама же установка обеспечивала бы меньший вред и возможность вреда для здоровья человека, лучшую фильтрацию вредоносных веществ и микроорганизмов. Также разрушение озоном фенолов вредит кальцию в организме человека, но этот факт нивелируется хорошим разнообразным питанием на флоте в наше время [3].

Таблица 2

Сравнение характеристик старой и новой системы

Параметры	Озонаторная система	Система обратного осмоса	
		Установка	Бак промывочного раствора
Модель	Р6-0,5	WWRO6001	WWRO I
Производительность, м3/час	1,0	0,25	_
Род тока	Переменный, 50Гц, 220 В	Переменный, 50Гц, 220 В	Переменный, 50Гц, 220 В
Габаритные размеры, мм	3300х1400х2500	705х490х1500	800х560х1156
Мощность, кВт	5,6	1,02	0,75
Масса, кг	2500	60	50
Производитель новой устанавливаемой системы обратного осмоса утверждён регистром Российской Федерации			

Как видно из таблицы 2 обратный осмос неоспоримо лучше озонаторной системы, во-первых, по меньшей потребляемой мощности, а также и по размерам и возможности подобрать объём получаемой питьевой жидкости под количество экипажа.

Литература

1. Данные очистки питьевой воды [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://mozon.ru/ochistka-pitevoy-vody (Дата обращения: 17.01.2022).

2. Клековски Д.С. Модернизация водоочистительной установки теплохода проекта «Q-065» Издательство ПФ ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2021.

3. Параметры озонаторных систем [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293741/4293741071.pdf (Дата обращения: 21.01.2022).

4. Параметры систем обратного осмоса [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.ekodar.ru/regions/prom/oborudovanie/obratnyj-osmos/promishlenniy_osmos/ (Дата обращения: 25.01.2022).

MODERNIZATION OF THE WATER PURIFICATION SYSTEM ON THE PROJECT R-109 «PORTOVIY-1» SHIP

R.S. Fedorov[1], A.L. Pogudin[1,2]
[1]Perm branch of FSFEI HE «VSUWT»
[2]FSAEI HE «PNRPU»
Perm, Russian Federation

Abstract. *The paper analyzes and collects data and compares plants for water purification and desalination by ozone and reverse osmosis, as well as the possibility and cost-effectiveness of installing these systems on the ship. The specific choice of the system is analyzed and formed, arguments for the choice of the system are given.*

Keywords: *ozone, reverse osmosis, vessel, desalination, water bodies, crew, living conditions of the crew.*

Об авторах

Фёдоров Роман Сергеевич (Пермь, Россия) – студент (специалитет), Пермский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», e-mail: roma33321151@gmail.com

Погудин Андрей Леонидович (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Специальности водного транспорта и управления на транспорте», Пермский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», доцент кафедры «Информационных технологий и автоматизированных систем», ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», e-mail: pogudin_al@mail.ru.

УДК 629.5.06

Н.А. Шершнев[1], П.В. Кулешов[1,2]
[1]Пермский филиал ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
[2]ФГАОУ ВО «ПНИПУ»
Пермь, Российская Федерация

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА АВТОСЦЕПА СУДНА ПРОЕКТА 887А «ШЛЮЗОВОЙ-19»

Аннотация. Проведен анализ электропривода автосцепа. Выявлен существенный недостаток в виде высоко оборотистого электродвигателя. Рассмотрены три варианта понижения числа оборотов электродвигателя. Сделан выбор в пользу одного из представленных вариантов решения проблемы.

Ключевые слова: электродвигатель, асинхронный электродвигатель, частота, частотный преобразователь, число пар полюсов.

Во время эксплуатации судна проекта 887А «Шлюзовой-19» был обнаружен существенный недостаток в работе электропривода автосцепа. Так как на травление и выбирание автосцепа стоит высоко оборотистый асинхронный электродвигатель, автосцеп часто выходил из строя. Из-за большой нагрузки высоко оборотистый двигатель мог просто порвать цепь автосцепа, часто цепь просто проскакивала на звездочке, что приводило к перекосу автосцепа и его заклинивало, так же электродвигатель постоянно отрывал свой фундамент.

Рисунок 1. Структурная схема электропривода автосцепа:
БС – бортовая сеть, МП – магнитный пускатель, АД – асинхронный двигатель

В данном случае электропривод является вспомогательным элементом в работе с автосцепом. Он должен облегчить работу на выбирание и травление автосцепа, а также ускорить этот процесс, по сравнению с ручным методом. Но из-за неправильно подобранного двигателя, при большой нагрузке, этот процесс только усложняется.

Асинхронный двигатель запитан от бортовой сети переменного трехфазного тока 220В 50Гц, через магнитный пускатель. В данном случае можно управлять лишь реверсом двигателя. Скорость вращения двигателя зависит от частоты вращения магнитного поля статора. К трем фазам электродвигателя подается переменное напряжение бортовой сети, магнитное поле вращается в соответствии с подаваемой частотой. Именно эта частота определяет число оборотов вала электродвигателя, от магнитного поля статора [1].

Для решения поставленной задачи, проведем анализ формулы номинального числа оборотов вала асинхронного электродвигателя:

$$n = (60 \cdot f / p) \cdot (1 - s) \qquad (1)$$

где n – число оборотов вала электродвигателя, f – частота тока от бортовой сети, p – число пар полюсов, s – скольжение.

Нагрузка на валу электродвигателя определяет скольжение (s). Подключение и устройство катушек статора влияет на число пар полюсов (p).

В данной ситуации есть три вариантов решения, что видно из формулы (1). Можно увеличить число пар полюсов, уменьшить частоту переменного тока, либо заменить двигатель на низко оборотистый.

Таблица 1

Способы понижения оборотов электропривода

Способы	Достоинства	Недостатки
Замена электродвигателя на новый низко оборотистый.	Простота установки, механические характеристики останутся жесткими.	Самый экономически затратный способ.
Увеличение числа пар полюсов.	Экономичный способ, механические характеристики останутся жесткими.	Изменение частоты происходит ступенчато.
Установка частотного преобразователя.	Плавный пуск и возможность регулировать частоту оборотов.	Требует затрат, но меньших чем покупка нового двигателя.

Рассмотрев все три способа, можно прийти к выводу, что установка частотного преобразователя самый простой и эффективный вариант, так же это видно из формулы. Он не такой финансово затратный, как покупка нового низко оборотистого электродвигателя, и дает ряд преимуществ по сравнению с другими способами. Так же он устранит недостатки асинхронного двигателя, такие как: постоянную скорость вращения и большие пусковые токи.

Частотный преобразователь подходит для любого трехфазного привода. Работает по принципу регулирования зависимости скорости вращения магнитного поля от частоты бортовой питающей сети.

Рисунок 2. Структурная схема модернизированного электропривода автосцепа: БС – бортовая сеть, ПЧ – преобразователь частоты, АД – асинхронный двигатель

В данном случае лучше использовать частотный преобразователь на силовой базе из тиристоров или транзисторов, под управлением микроконтроллера. В таком случае частотный преобразователь будет исполнительным механизмом внешней системы управления [2].

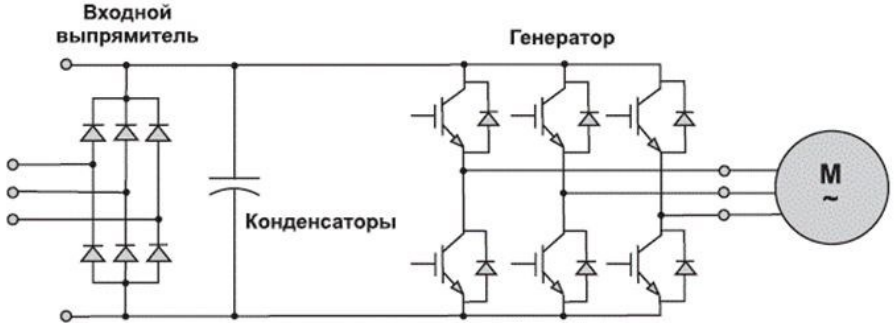


Рисунок 3. Принципиальная электрическая схема преобразователя частоты

На входной выпрямитель подается трехфазный переменный ток бортовой сети 220В 50Гц. Входной выпрямитель представляет собой набор диодов и позволяет преобразовать переменный ток бортовой сети в постоянный. Конденсаторы служат для сглаживания пульсаций выпрямленного тока. Блок генераторов позволяет преобразовать постоянный ток, обратно в трехфазный переменный ток с нужной частотой для оптимальной работы двигателя [3].

Заключение

Данный метод позволит модернизировать электропривод без изменения конструкции. По правилам Речного Регистра не запрещается использование электропривода для работы с автосцепом, главное, чтобы его можно было использовать в ручном режиме. Установка частотного преобразователя позволит избежать аварийных ситуаций, возможных травм и ускорить работу мотористов с автосцепом.

Литература

1. Все о двигателе. Сборник информации о двигателях различных модификаций [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://avtika.ru/kak-izmenit-chislo-par-polyusov-asinhronnogo-dvigatelya/ (Дата обращения: 27.01.2022).

2. Преобразователи частоты [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://drives.ru/stati/chastotnye-preobrazovateli/ (Дата обращения: 27.01.2022).

3. Частотный преобразователь [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://szma.com/stati/chastotnyj-preobrazovatel/ (Дата обращения: 27.01.2022).

DEVELOPMENT OF THE CONTROL SYSTEM FOR THE ELECTRIC ACTUATOR OF THE AUTOCOUPLER OF THE SHIP PROJECT 887A «SHLUZOVOI-19»

N.A. Shershnev[1], P.V. Kyleshov[1,2]
[1]Perm branch of FSFEI HE «VSUWT»
[2]FSAEI HE «PNRPU»
Perm, Russian Federation

Abstract. *The analysis of the automatic coupler electric drive was carried out. A significant drawback is revealed in the form of a high-revving electric motor. Three options for reducing the number of revolutions of the electric motor are considered. A choice is made in favor of one of the presented options for solving the problem.*

Key words: *electric motor, asynchronous electric motor, frequency, frequency converter, number of pairs of poles.*

Об авторах

Шершнев Никита Андреевич (Пермь, Россия) – студент (специалитет), Пермский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», e-mail: nikitos080799@gmail.com

Кулешов Павел Валерьевич (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, доцент, доцент отделения высшего образования, Пермский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», доцент кафедры «Информационных технологий и автоматизированных систем», ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», e-mail: kuleshov_123@mail.ru.

УДК 629.5.06
А.А. Ягоферов [1], П.В. Кулешов [1,2]
[1]Пермский филиал ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
[2]ФГАОУ ВО «ПНИПУ»
Пермь, Российская Федерация

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА СУДАХ ПРОЕКТА Р-109

Аннотация. Рассматривается возможность установки спринклерной системы пожаротушения на судах речного и озерного плавания. Проводится анализ различных видов спринклерных систем. Предложена система управления на базе логических устройств.

Ключевые слова: пожарная безопасность, система пожаротушения, система управления.

Введение

Предлагаемое решение позволяет обеспечить безопасность жизни людей при возникновении пожарноопасной ситуации на судне. Использование системы управления на базе логических устройств позволит обеспечивает высокую надежность работы всей системы пожаротушения.

Целью проекта является повышение пожарной безопасности землесосов проекта Р-109. На данных видах судов установлена только пожарная сигнализация, тушение пожара происходит вручную с помощью огнетушителей и пожарных рукавов.

Спринклерная система пожаротушения. В данной системе водяной раствор под высоким давлением подается через самосрабатывающие оросители, называемы спринклерами [1]. Вещество подается из емкости с помощью специального насоса, работающего только для этой системы.

Существует несколько видов [2]:

1. Водозаполненная установка – вся сеть трубопроводов изначально заполнена водой, либо водным раствором, поэтому такай тип систем применяется только при температуре помещения выше 0 градусов;

2. Воздушная система – подводящий трубопровод заполнен водой, либо водным раствором, а вся распределительная система трубопроводом расположена выше узла управления воздухом, находящимся под высоким давлением.

3. Водо-воздушная система – вся распределительная система заполнена водой, а подводящий непосредственно к распылению трубопровод, в зависимости от температурных показателей помещения, заполняют водным раствором, либо воздухом.

Анализ выбора системы

Водозаполненную установку целесообразно применять только при теплых показателях помещения, т.к. при температуре ниже 0 градусов водные растворы будут замерзать, что приведет к отказу системы при активации в аварийной ситуации. Воздушная система доступна к применению при любых температурных условия помещения, но стоит учитывать время подачи воды от распределительной системы трубопроводов до оросителей после активации, требуется постоянно поддерживать высокое давления для более быстрой подачи воды [3].

Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что более приемлемой установкой для судоходного транспорта является водо-воздушная система. В зависимости от температурных показателей подводящая к оросителям система трубопроводов будет либо заполнена воздухом (в большей степени это зимний отстой судна), либо водным раствором, что поспособствует быстрой подачи воды при теплой температуре и предотвратит замерзание при температуре ниже 0 градусов (табл. 1).

Таблица 1

Достоинства и недостатки различных типов установок

Тип установки	Достоинства	Недостатки
Водозаполненная	Быстрая подача воды	Не используется при холодной температуре
Воздушная	Не замерзает при холодной температуре	Более долгая подача воды
Водо-воздушная	Возможность использования при любой температуре	Требует опустошать трубопровод при холодной температуре

Основные элементы системы:

1. Разбрызгивающие воду насадки – спринклеры. Устанавливаются в верхней части помещения на расстоянии друг от друга, равном для достаточной подачи воды для предотвращения возгорания во всем помещении;

2. Сигнализирующие устройства, служащие для подачи звукового и светового сигнала при активации системы тушения, возникновения пожароопасной ситуации;

3. Спринклерный насос, обеспечивающий автоматическое включение и подачу воды при падении давления в системе;

4. Пневмогидравлическая цистерна, служащая для поддержания давления в системе при неработающем насосе и питании водой работающих спринклеров на период запуска насоса (приблизительно 1 мин);

5. Трубопроводы и арматура.

Спринклер представляет собой ороситель, отверстие которого закрыто легкоплавким замком, представлен на рисунке 1.

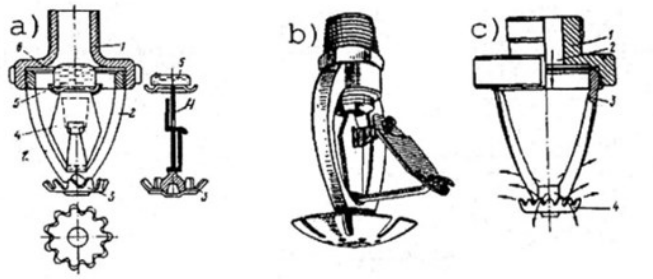


Рисунок 1. Разбрызгивающая воду насадка – спринклер:
a) сприклерная головка: 1 – штуцер, 2 – дуга, 3 – розетка-распылитель потока воды, 4 – легкоплавный замок, 5 – клапан, 6 – мембрана;
b) внешний вид спринклерной головки; c) дренчер: 1 – штуцер, 2 – выходное отверстие, 3 – корпус, 4 – разбрызгивающая головка

Требования к спринклерным головкам:

– антикоррозионная стойкость спринклерных головок в условии повышенно влажности и морского воздуха;

– спринклеры должны срабатывать при определенном установленном диапазоне температур;

– установка спринклерных насадок в верхней части помещения для обеспечения подачи воды на всю площадь помещения;

– интенсивность распыления не менее 5л/м^2 в минуту.

Работа системы

Суть работы спринклерной системы типа состоит в выпуске водного раствора на очаг возгорания. Система всегда готова к подаче воды. Постоянное высокое давление обеспечивает насос. Через спринклеры подается вода на поверхность очага возгорания [2, 3].

Этапы тушения пожара:

1. Повышение температуры помещения;

2. Отверстие для воды появляется с помощью расплавки спринклерной пломбы, либо срабатывания теплового датчика;

3. Начинается подача вещества через ороситель.

4. Снижение давления сигнализирует активацию системы и подает сигнал на включение насоса, на световые и сигнальные устройства.

Для активации системы требуется установка двух последовательно установленных датчиков:

1. Тепловой – устанавливается в спринклере;

2. Воздушный, либо гидравлический – устанавливается между разводкой труб и цистерной с тушащим веществом.

Область палубы, обрызгиваемая одной насадкой составляет не более 9м^2, установленная на высоте 2,5 м. Расстояние между насадками – 2.5-3 м. Система спринклерного пожаротушения представлена на рисунке 2.

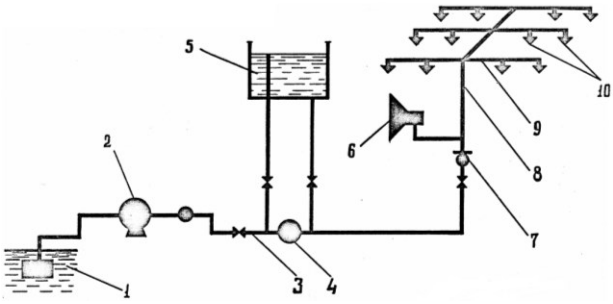


Рисунок 2. Структурная схема системы спринклерного пожаротушения:
1 – источник воды; 2 – центробежный насос; 3 – магистральный трубопровод; 4 – обратный клапан; 5 – водонапорный бак; 7 – контрольно-сигнальный клапан; 8 – удельный трубопровод; 9 – распределительный трубопровод; 10 – спринклерные головки

Для управления системой предлагается использовать микропроцессорное логическое устройство, способное контролировать весь процесс проведения операций. Выбор остановился на устройстве «LOGO!» компании Siemens (рис.3). Siemens создает специализированное программное обеспечение для персонального компьютера с удобным интерфейсом, которое обеспечивает все этапы разработки системы и программирование микропроцессорных модулей непосредственно через порты персонального компьютера или подключаемое к компьютеру дополнительное устройство [4, 5].

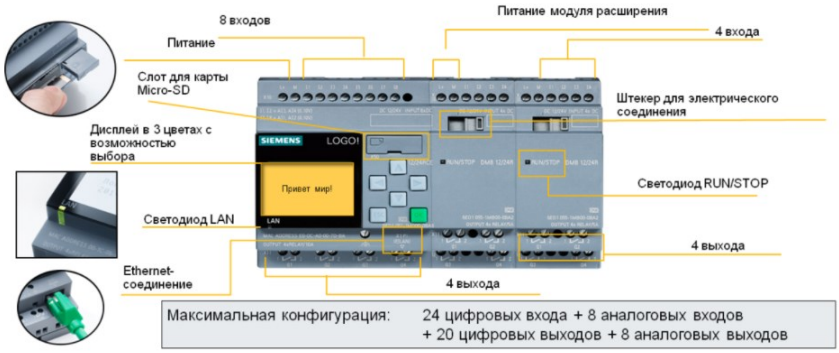


Рисунок 3. Микропроцессорное логическое устройство LOGO!

Универсальность микроконтроллера LOGO! подтверждается следующими факторами:

1. Широкое использование, универсальность;
2. Реализация алгоритмов уравнения в большинстве случаев;
3. Легкая адаптация к выполнению конкретной задачи в данных условиях;
4. Доступное программирование через подключаемый персональный компьютер, а также на месте использования с помощью встроенного монитора.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что данное устройство идеально подходит для контроля спринклерной системы пожарной безопасности.

Литература

1. Бабуров В.П., Бабурин В.В., Фомин В.И., Смирнов В.И. Производственная и пожарная автоматика. Ч. 2 Автоматические установки пожаротушения. Издательство: Академия ГПС МЧС России, 2007. – 298 с. (Дата обращения: 25.01.2022).

2. Логические модули LOGO! Для промышленной автоматизации [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://electricalschool.info/automation/1682-logicheskie-moduli-logo-dlja.html (Дата обращения: 29.01.2022).

3. Спринклерная система пожаротушения [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.grundfos.com/ru/learn/research-and-insights/fire-sprinkler-system (Дата обращения: 29.01.2022).

4. Устройство и принцип работы спринклерного пожаротушения, нормы установки [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://proffidom.ru/68-sprinklernaya-sistema-pozharotusheniya.html (Дата обращения: 29.01.2022).

5. LOGO! 8 в деталях [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://zen.yandex.ru/media/adventory/logo-8-v-detaliah-chast-11-ustanovka-i-obzor-funkcionalnyh-blokov-5d0fba9da346fd00affa7a6b (Дата обращения: 29.01.2022).

MODERNIZATION OF THE FIRE-EXTINGUISHING SYSTEM ON SHIPS P-109 PROJECT

A.A. Yagoferov [1], P.V. Kuleshov [1,2]
[1]Perm branch of FSFEI HE «VSUWT»
[2]FSAEI HE «PNRPU»
Perm, Russian Federation

Abstract. *The possibility of installing a sprinkler fire extinguishing system on river and lake vessels is being considered. Analysis of various types of sprinkler systems is carried out. Proposed is a control system based on logical devices.*

Keywords: *fire safety, fire extinguishing system, control system.*

Об авторах

Ягоферов Артем Андреевич (Пермь, Россия) – студент (специалитет), Пермский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», e-mail: yagoferov1999@gmail.com

Кулешов Павел Валерьевич (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, доцент, доцент отделения высшего образования, Пермский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», доцент кафедры «Информационных технологий и автоматизированных систем», ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», e-mail: kuleshov_123@mail.ru.

ANALYSIS OF CONTENT NAMING AND ROUTING STRATEGIES IN INFORMATION CENTRIC NETWORKS PROJECTS

Patsei N.V., Navrotsky J.Y., Jaber G.
EI «BSTU»
Minsk, Republic of Belarus

Abstract. *The article consider the reasons for using new approaches for organizing information networks, analyzed content naming subsystems and type of routing strategies in latest projects of Information-Centric Networks. Considered the basic pro-*

cess of discovering and retrieving named data objects. Comporation of well-known Content Distribution Networks project was made and results presented.
Keywords: *content, information-centric networks, routing, naming.*

There is a growing need for security and mobility support of information sources. To solve the problem of network name resolution have been proposed: Content Distribution Networks (CDN), peer-to-peer file exchange systems (BitTorrent), replicating and distributing content system. These systems helped to improve access to content, but did not improve the underlying network topology and, accordingly, did not optimize network delivery performance [2]. The search for new approaches led to the creation of Information Centric Networking (ICN) concept [2]. This network architecture takes advantage of Intranet caching and multicast mechanisms through network layer information naming, mobility management and enhanced security features [4].

Content in the ICN is named directly, published on the web, copied to the cache, and finally queried by name using a lookup or fetch primitive. The process of searching for a piece of data occurs through an arbitrary broadcast of a request, and the result will be an information object from any host that has a copy of the data. In this process, the validity of the object must be guaranteed (based on the use of self-certified names) [1, 3].

Communication in ICN is initiated by receivers who request Name Data Objects (NDO). Senders provide the required NDOs to the recipients by publishing objects. As seen in figure 1, the ICN can identify user requests that contain data from any resource that has a copy of the object. This possibility is provided by caching efficient. In ICN, any communication session is initiated by the client and no data can be received unless explicitly requested by the subscriber.

The NDO routing process depends on the name scheme and could be of two types. The first is the two-phase NR mechanism. The first phase is the transformation of the content name into one or more locators. The second phase involves routing the request message to one of the locators using the shortest path (based on the topology). The advantage of the method is that the discovery of the NDO node will be guaranteed. The disadvantage of routing is that some of the required information may exist in the system while the system announces that the required information does not exist in the nodes.

The second routing scheme is single-phase NBR. In this case, the NDO request is forwarded to Content Routers (CRs), which determine the next request transmission based on the NDO name. In this scheme, there can be two models: unstructured (similar to IP with a slight modification) and structured routing model (uses a Distributed Hash Table - DHT to look up and determine the route).

ICN data network projects have been developed with differ in routing algorithms, naming schemes, and deployment models:

- Data-Oriented Network Architecture (DONA, Berkeley University),
- Publish-Subscribe Internet Technology (PURSUIT),
- Publish-Subscribe Internet Routing Paradigm (PSIRP),
- Scalable and Adaptive Internet solutions (SAIL),
- 4WARD,
- Content Mediator architecture for content-aware networks (COMET),

– CONVERGENCE,
– Named Data Networking (NDN),
– Content Centric Networking (CCN),
– Mobility First (NSF Mobility First project, online),
– ANR Connect,
– Knowledge-Based Networking (KBN),
– Network of Information (NetInf),
– Context-Aware Green ICN Model (CAGIM).

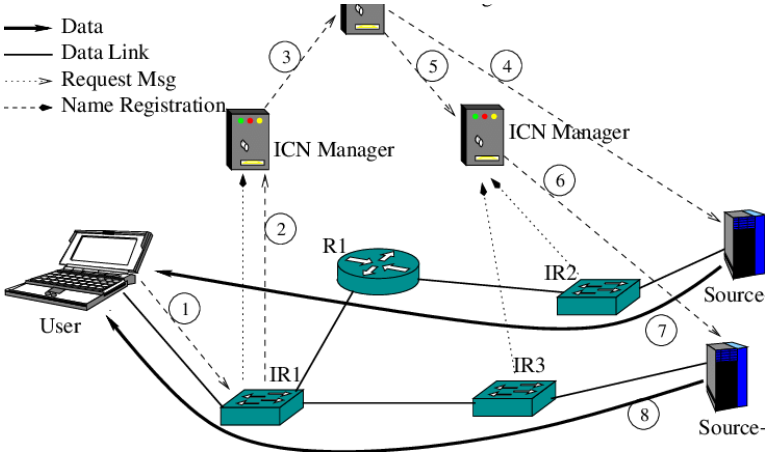


Figure 1. ICN communication model of interaction

Table 1 presents the analysis results of the ICN projects according to the following characteristics: naming system, security and routing.

Table 1 – ICN project analysis

ICN project/ parameters	*Naming scheme*	*Security*	*Routing*
DONA	Flat	Self- certification naming	NR
PURSUIT	Flat /Hybrid	Self- certification naming	NR
SAIL	Ni: //a /L form	Self- certification naming	NBR
COMET	Not determined	Not determined	NBR
MobilityFirs	Flat	Self- certification naming	NR
NDN	Hierarchical	Packet level meta-data	NBR
CBN/CBCB	Attribute base	Not guaranteed	NBR
KBN	Hierarchical	Not guaranteed	NR
G-ICN	Hybrid	Packet level meta-data	NR
NetInF	Flat	Self- certification naming	NR

Thus, one of the main characteristics of all ICN architectures is the content name structure that makes it accessible. A common feature of all ICN architectures is that the content name is location independent.

Although the concept of ICN has attracted a lot of attention in the field of information and communication technologies and RFC 7476, 7927, 7933 were developmented, research is still at the initial level and there are large unresolved questions. Increasing such problems include the growing need to change the level of security, strengthen support for the mobility of consumption, the spread of its consumption and search. Most of the proposed ICN projects do not work with all types of data packages (streaming video, audio, documents, web pages), publishers / subscribers change.

None of the presented project architectures can provide global uniqueness, security of the content name and location independence. Existing routing mechanisms have different benefits, however there is no way to remove content or update content metadata. Routing algorithms must provide scalability, content state, nearest copy discovery, search resolution and locality, and discovery guarantees, to name but a few.

References

1. Fang C., Yu F. R., Huang T., Liu J. A survey of energy-efficient caching in information-centric networking // *IEEE Commun. Mag.,* vol. 52, no. 11, 2014. pp. 122–129.3

2. Kutscher D. Information-centric networking (ICN) research challenges // *Research Report*, 2016. 32 p.1

3. Piro G., Grieco L. A., Boggia G., Chatzimisios P. Information- centric networking and multimedia services: present and future challenges // *Trans. Emerg. Telecommun. Technol*., vol. 25, no. 4, 2014. pp. 392–406.4

4. Vasilakos A. V., Li Z., Simon G., You W. Information centric network: Research challenges and opportunities // *J. Netw. Comput. Appl*., vol. 52, 2015. pp. 1–10. 2

Н.В. Пацей, Ю.Ю. Навроцкий, Г. Джабер;
УО «БГТУ»,
Минск, Республика Беларусь

АНАЛИЗ СТРАТЕГИЙ ИМЕНОВАНИЯ КОНТЕНТА И МАРШРУТИЗАЦИИ В ПРОЕКТАХ ИНФОРМАЦИОННО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ СЕТЕЙ

Аннотация. В статье рассматриваются причины использования новых подходов к организации информационных сетей, анализируются подсистемы именования контента и типы стратегий маршрутизации в актуальных проектах информационно-ориентированных сетей. Рассмотрен основной процесс обнаружения и извлечения именованных объектов данных. Был выполнен анализ проектов существующих сетей распространения контента и представлены результаты сравнения.

Ключевые слова: контент, информационно-ориентированные сети, маршрутизация, именование.

Об авторах

Пацей Наталья Владимировна (Минск, Белоруссия) – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой программной инженерии, УО «Белорусский государственный технологический университет», e-mail: n.patsei@belstu.by

Навроцкий Ярослав Юрьевич (Минск, Белоруссия) – аспирант кафедры программной инженерии, УО «Белорусский государственный технологический университет», e-mail: yaroslav.navrotskiy.yn@gmail.com

Джабер Гассан (Минск, Беларусь) – аспирант кафедры программной инженерии, УО «Белорусский государственный технологический университет», e-mail: Ghassanjaber2019@gmail.com

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И СЕРВИС ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И КОМПЛЕКСОВ

УДК 666.973.6
Е.И. Барановская, М.В. Попова, А.А. Линкевич, А.М. Драгун;
УО «БГТУ»,
Минск, Республика Беларусь

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОФИБРЫ ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА

Аннотация. В статье рассмотрена тема получения армированного ячеистого бетона с улучшенными характеристиками. Проанализирована возможность использования минеральных добавок (в том числе на основе техногенных отходов) для модифицирования состава и структуры продуктов твердения ячеистого бетона на микроуровне. Рассмотрено влияние микрофибры различной природы на основные физико-механические свойства автоклавного ячеистого бетона.

Ключевые слова: микроармирование, автоклавный ячеистый бетон, микрофибра, физико-механические свойства, долговечность бетона.

Армирование структуры бетона является актуальным направлением получения высококачественных материалов, отличающихся более высоким уровнем физико-механических свойств, что значительно расширяет области их использования при строительстве. Одним из самых востребованных на сегодняшний день способов армирования является использование химических и минеральных добавок комплексного действия, позволяющих эффективно управлять процессами структурообразования на всех этапах технологического процесса изготовления изделий и получить бетон с высокими эксплуатационными свойствами. Широкое применение высокопрочных цементных бетонов послужило причиной появления и развития технологии дисперсно-армированного фибробетона, сочетающего в себе высокоплотную и высокопрочную цементную матрицу с армирующими элементами. Использование армирующих добавок является актуальным направлением совершенствования технологии автоклавного ячеистого бетона, являющегося одним из самых востребованных стеновых строительных материалов.

Получение армированного ячеистого бетона с улучшенными физико-механическими и теплофизическими характеристиками возможно за счет целенаправленного изменения состава продуктов его твердения, в том числе при использовании специально синтезированных минеральных добавок, а также некоторых видов техногенного сырья. В литературе отсутствуют данные о системных исследованиях по модифицированию структуры автоклавного ячеистого бетона минеральными добавками в отличие от тяжелого цементного бетона. В частности, для получения безусадочных и напрягающих цементных бетонов широко используются минеральные добавки на сульфатно-алюминатной основе, минералогический состав, свойства и механизм действия которых позволяют прогнозировать возможность их использования для улучшения параметров макро- и микроструктуры автоклавного ячеистого бетона. Как показали результаты исследований, проведенных на кафедре, указанные добавки в значительной степени оказывают влияние на процессы гидратации цемента, модифицируют твердеющую систему

за счет дополнительного образования игольчатых и волокнистых кристаллов, осуществляющих армирование материала на микроуровне.

Учитывая высокую долю энергоемких сырьевых компонентов в составе ячеистобетонных смесей, перспективным и актуальным направлением является использование техногенных отходов для модифицирования состава и структуры продуктов твердения бетона. Среди такого рода продуктов в первую очередь обращают на себя внимание металлургические шлаки. Изучение состава и структуры продуктов твердения бетона на основе сульфоминеральных добавок, а также с использованием электросталеплавильного шлака позволило установить наличие и возможность стабильного существования эттрингитоподобных соединений в составе продуктов твердения автоклавного ячеистого бетона. Указанные соединения вследствие своих морфологических особенностей способствуют образованию дополнительного кристаллического каркаса и производят микроармирование межпоровых перегородок, что повышает их прочность [3-4].

Микроармирование структуры автоклавного ячеистого бетона различного вида волокнами позволяет повысить его прочность и обеспечивает возможность снижения расхода дорогостоящих компонентов в составе сырьевых смесей при сохранении высокого уровня физико-механических свойств готовых изделий.

Анализ литературных данных показал, что в качестве добавок, обеспечивающих микроармирование структуры бетона, могут использоваться следующие виды волокон: стальное, стеклянное, асбестовое базальтовое, целлюлозное, синтетическое, углеродное и др. Фибробетон отличается высокой прочностью, морозостойкостью, трещиностойкостью, обеспечивает повышенную эксплуатационную надежность конструкций при воздействии агрессивной среды за счет улучшения структуры бетона [1-2].

Целью работы являлось исследование влияния микрофибры различной природы на реологические свойства ячеистобетонных смесей и основные физико-механические свойства автоклавного ячеистого бетона. Дозировка ее в составе сырьевых смесей, рассчитанных на получение бетона с марками по плотности D400–D500, составляла 0,2 – 0,7 % от массы цемента. Микрофибра вводилась в лабораторных условиях на стадии помола песчаного шлама и не требовала никакой специальной предварительной подготовки. Введение микрофибры, как показали предварительные испытания, не оказывает существенного влияния на реологические свойства смесей, однако, ускоряет набор пластической прочности по сравнению с контрольными составами. Дальнейшие исследования будут направлены на более глубокое изучение реологических свойств ячеистобетонных смесей в зависимости от вида и дозировки армирующих добавок.

Установлено, что использование микрофибры в составе ячеистобетонных смесей позволило получить бетон с повышенной прочностью. Максимальной прочностью по сравнению с контрольными обладают образцы с дозировкой фибры 0,3 – 0,5% от массы цемента (увеличение прочности в 1,3 – 1,35 раза). Повышение прочности обусловлено формированием в присутствии волокнистых добавок более плотной структуры межпоровой перегородки. Указанные изменения структуры и свойств являются предпосылкой для повышения показателей долговечности бетона.

Предварительные исследования показали эффективность и целесообразность использования микрофибры различной природы в составе ячеистого бетона авто-

клавного твердения с целью направленного улучшения его структуры и физико-механических свойств. Введение микрофибры требует минимальной корректировки технологического процесса, поэтому указанное направление представляет интерес для предприятий-производителей ячеистого бетона. Кроме того, повышение прочности ячеистого бетона с низкой плотностью является на сегодняшний день важной задачей в связи с постоянным ужесточением требований по термическому сопротивлению ограждающих конструкций. Микроармирование структуры ячеистого бетона автоклавного твердения, как показывают полученные результаты исследований, позволят также повысить показатели долговечности бетона.

Литература

1. Волков И.В. Фибробетон состояние и перспективы применения в строительных конструкциях / И.В. Волков // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2004. – № 5. – С. 24–25.

2. Клюев С.В. Дисперсно-армированный мелкозернистый бетон с использованием полипропиленового волокна / С.В. Клюев, Р.В. Лесовик // Бетон и железобетон. – 2011. – № 3. – С. 24–28.

3. Мечай А.А. Модифицирование структуры продуктов гидросиликатного твердения ячеистого бетона сульфоалюмоферритными добавками / А.А. Мечай, Е.И. Барановская // Цемент и его применение.– 2011. – № 5. – С. 140–143.

4. Мечай А.А. Структура и свойства модифицированного ячеистого бетона на основе электросталеплавильного шлака / А.А. Мечай, Е.И. Барановская // Строительная наука и техника.– 2011. – № 5 (38). – С. 40–44.

APPLICATION OF MICROFIBER FOR REINFORCEMENT OF AERATED CONCRETE STRUCTURE

E.I. Baranovskaya, M.V. Popova, A.A. Linkevich, A.M. Dragun
IE «BSTU»
Minsk, Republic of Belarus

Abstract. *The article considers the topic of obtaining reinforced aerated concrete with improved characteristics. The possibility of using mineral additives (including those based on technogenic waste) for modifying the composition and structure of the products of aerated concrete hardening at the micro level has been analyzed. The influence of microfiber of various nature on the basic physical and mechanical properties of autoclaved aerated concrete is considered.*

Keywords*: micro-reinforcement, autoclaved aerated concrete, microfiber, physical and mechanical properties, longevity of concrete.*

Об авторах

Барановская Екатерина Ивановна (Минск, Белоруссия) – кандидат технических наук, доцент кафедры химической технологии вяжущих материалов УО «Белорусский государственный технологический университет», e-mail: elf01@tut.by

Попова Марина Витальевна (Минск, Белоруссия) – ассистент кафедры технологии неорганических веществ и общей химической технологии УО «Белорусский государственный технологический университет», e-mail: marinnova@tut.by

Линкевич Александр Александрович (Минск, Белоруссия) – ассистент кафедры технологии неорганических веществ и общей химической технологии УО «Белорусский государственный технологический университет», e-mail: linkevich1967@gmail.com

Драгун Анастасия Максимовна (Минск, Белоруссия) – выпускница кафедры химической технологии вяжущих материалов УО «Белорусский государственный технологический университет», e-mail: aa_m@tut.by

УДК 534.23
Е.Я. Бубнов;
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»,
Нижний Новгород, Российская Федерация

НИЗКОЧАСТОТНОЕ АКУСТИЧЕСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ВЫХЛОПА ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Аннотация. В статье рассматриваются механизмы дискретного инфразвукового акустического шума, создаваемого выхлопом двигателей внутреннего сгорания. Приведены формулы для расчета частот гармоник последовательности выхлопных импульсов. На основе выполненных полевых измерений акустического шума двигателей судов и наземного транспорта проведено сравнение экспериментальных результатов с теоретическими оценками. Сформулированы предложения по использованию полученных данных в задачах диагностики работы двигателей.

Ключевые слова: акустическое излучение двигателей, инфразвук.

Исследование акустических полей, создаваемых двигателями внутреннего сгорания (ДВС), представляет актуальную задачу в связи с шумовым «загрязнением» окружающей среды. Несомненный интерес представляет изучение акустических сигналов этих источников в целях их технического состояния.

Основным источником звука, генерируемого (ДВС), являются процессы выхлопа продуктов сгорания горючей смеси из цилиндров. Из-за циклического характера работы двигательной установки осциллограмма акустического давления выхлопов всех цилиндров представляет собой периодическую последовательность импульсов. Разложение временной последовательности в ряд Фурье позволяет представить давление выхлопа ДВС в виде суммы гармонических составляющих. Частоты гармоник переменного давления связаны с частотой вращения коленчатого вала и числом цилиндров следующей формулой [1]:

$$f_m = mnk/j \qquad (1)$$

где m – номер гармоники (m = 1, 2, 3,...), n – число цилиндров, k – число оборотов вращения коленчатого вала, 1/с, j – параметр, характеризующий тактность двигателя (j = 1 для двухтактного двигателя, j = 2 для четырехтактного двигателя).

Эти частоты излучения звука называются цилиндровыми, так как временная последовательность импульсов образуется за счет работы всех цилиндров в целом [1].

Так для четырехтактного шестицилиндрового двигателя 6ЧРН36/45, устанавливаемого на речных грузовых судах, частота оборотов коленчатого вала может изменяться от 300 до 375 об/мин. Тогда первая гармоника акустического сигнала, рассчитанная по формуле (1) будет находиться в интервале частот 15–18 Гц.

В ходе полевого эксперимента проведена регистрация акустического излучения, создаваемого речным буксиром ОТ-2400, движущегося с нефтеналивными баржами. Расстояние до источника звука составляет приблизительно 1000 м. Для приема сигналов используется инфразвуковой микрофон М-5 с полосой регистрации 1-1000 Гц.

На рис.1 представлена осциллограмма звукового сигнала, создаваемого выхлопом двигательной установки буксира. Характерной особенностью звуковых сигналов является наличие временных биений, обусловленных одновременной работой двух двигателей.

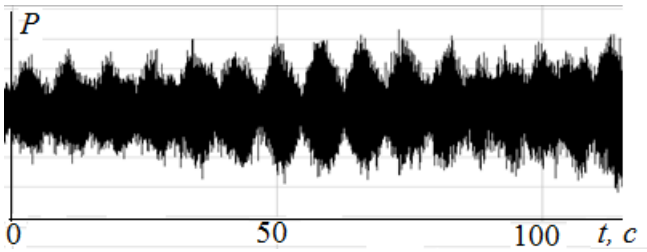


Рисунок 1. Фрагмент осциллограммы давления звука выхлопа двигателей теплохода ОТ-2400 на расстоянии 1000 м

Тонкий спектральный анализ в полосе 11 -13 Гц подтверждает присутствие двух дискрет, вызывающих биения акустического сигнала (рис. 2).

Рисунок 2. Текущий спектр акустического сигнала в полосе частот11-13 Гц

В динамике текущего спектра рис. 2 наблюдаются случайные и в ряде случаев и существенные флюктуации амплитуд и частот гармоник, связанные по всей видимости с нестабильной работой двигателей и закономерные сдвиги по частоте, обусловленные эффектом Доплера.

На рисунке 3 приведен амплитудный спектр акустического сигнала звука выхлопа, соответствующий приведенному выше временному фрагменту.

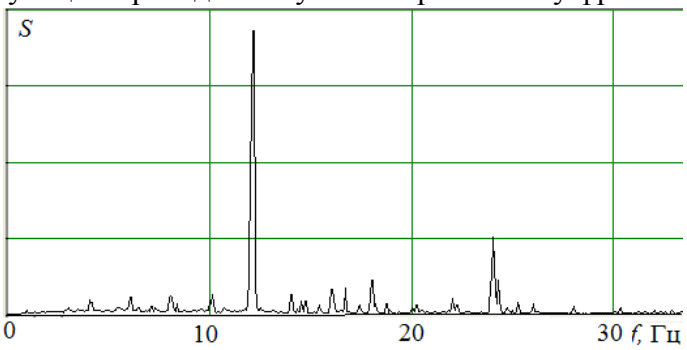


Рисунок 3. Амплитудный спектр давления звука выхлопа ДВС буксира ОТ-2400

Экспериментальное значение первой гармоники цилиндровой частоты равно 12 Гц, оно немного меньше расчетной величины.

Анализ рис. 3 показывает, что кроме цилиндровых частот в спектре ниже 12 Гц наблюдаются гармоники на дольных частотах (субгармоники), значения которых определяются по формуле:

$$f_m^{\text{суб}} = f_m / n = mk / j \qquad (2)$$

где n – число цилиндров, m – номер субгармоники (m = 1, 2, ...n). В ряде случаев амплитуды этих дискрет превышают амплитуды гармоник на цилиндровой частоте и занимают область инфразвуковых колебаний, опасных для здоровья населения. Такие частоты выхлопа можно назвать оборотными, т.к. их временной цикл определяется частотой вращения коленчатого вала [2].

На рисунке 4 в качестве примера приведен амплитудный спектр звука выхлопа мощного автомобильного двигателя.

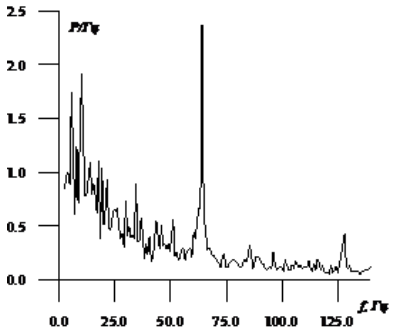


Рисунок 4. Амплитудный спектр звука выхлопа мощного автомобильного двигателя

В спектре наблюдаются как цилиндровые гармоники излучения на частотах 63 и 126 Гц, так и субгармоники на частотах, дольных числу цилиндров.

Таким образом, проведены экспериментальные измерения низкочастотных акустических сигналов, генерируемых процессами выхлопа двигателей внутреннего сгорания и выполнено сравнение с расчетными данными цилиндровых и оборотных частот излучения. Получена существенная изменчивость амплитуды и частоты основной гармоники звука выхлопа при движении буксира, связанная с особенностями работы двигательных установок, что дает основания использовать эти поля для задач диагностики.

Литература

1. Борьба с шумом. //Под ред. Е.Я. Юдина. М:. 1964, - 700 с.
2. Бубнов Е.Я., Гущин В.В. О природе субгармонических составляющих в спектре акустического сигнала двигателей внутреннего сгорания Вестник Астраханского государственного технического университета, Серия Морская техника и технология, 2009, №2, с. 152-154.

LOW-FREQUENCY ACOUSTIC EMISSION FROM THE EXHAUST OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

E.Ja. Bubnov
FSFEI HE «VSUWT»
Nizhniy Novgorod, Russian Federation

Abstract. *The article discusses the mechanisms of discrete infrasound acoustic noise generated by the exhaust of internal combustion engines. Formulas for calculating the harmonic frequencies of the exhaust pulse sequence are given. Based on the performed field measurements of the acoustic noise of the engines of ships and land transport, experimental results were compared with theoretical estimates. The proposals on the use of the obtained data in the tasks of engine operation diagnostics are formulated.*

Keywords: *acoustic radiation of engines, infrasound.*

Об авторе

Бубнов Евгений Яковлевич (Нижний Новгород, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры физики ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», e-mail:. kaf_phys@vsuwt.ru

УДК 504.05
С.В. Веселицкий, Е.В. Чабанова;
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,
Пермь, Российская Федерация

ПРОБЛЕМА ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТРАНСПОРТА

Аннотация. В статье приведено исследование транспорта как источника загрязнения окружающей среды. Данные о воздействии различных видов транспорта на окружающую среду, включая данные по выбросам загрязняющих веществ от передвижных источников. Перечислены некоторые направления жизнедеятельности человека, исполнение которых может положительно повлиять на состояние окружающей среды.

Ключевые слова: окружающая среда, экология, транспорт, источники загрязнения.

Охрана окружающей среды в настоящий момент является одной из важнейших общемировых проблем. Одним из основных источников загрязнения атмосферного воздуха является транспорт.

При интенсивном росте населённых пунктов автомобильный транспорт вносит наибольший негативный вклад в состояние природной среды.

К основным причинам, оказывающим отрицательное воздействие транспорта на окружающую среду, относят [1-6]:

– рост городских агломераций, увеличение количества транспорта;

– низкий уровень экологических характеристик изготавливаемой транспортной техники;

– низкое качество дорог, недочеты в координировании перевозок;

– попадание выбросов

– на поверхность Земли, в открытые водоемы, в подземные воды, происходит загрязнение водных объектов.

Получив такие результаты при предварительном изучении проблемы охраны окружающей среды от воздействия транспорта, мы поставили перед собой следующую цель и определили задачи исследования.

Целью исследования является изучение проблем охраны окружающей среды, возникающих от воздействия транспорта.

Задачи исследования:

1. Изучить существующие виды загрязнения окружающей среды.
2. Проанализировать воздействие различных видов транспорта на окружающую среду.

3. Исследовать способы охраны окружающей среды от загрязнения различными видами транспорта.

Если обратиться к данным федеральной службы государственной статистики Российской Федерации, то основными показателями, характеризующими воздействие хозяйственной деятельности на окружающую среду и природные ресурсы, будут являться: выбросы загрязняющих атмосферу веществ от стационарных и передвижных источников.

Таблица 1

Источники загрязнения окружающей среды [4]

Наименование	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Выбросы загрязняющих атмосферу веществ, млн. т.	32,3	22,7	22,2
в том числе:			
от стационарных источников	17,1	17,3	17,0
от передвижных источников	15,3	5,4	5,3
в том числе:			
от автомобильного транспорта	15,1	5,3	5,1
от железнодорожного транспорта	0,15	0,15	0,14

Как видно из таблицы, уровень загрязнений с каждым годом падает. Тем не менее, мы понимаем, что отрицательное влияние транспорта на состояние экологии сохраняется. Таким образом, в настоящем исследовании подходим к вопросу воздействия различных видов транспорта на окружающую среду [2-3, 5]:

– К главным источникам загрязнения окружающей среды и потребителям энергоресурсов относятся автомобильный транспорт и инфраструктура автотранспортного комплекса.

– Основным источником загрязнения атмосферы являются отработавшие газы дизелей тепловозов. В них содержатся оксид углерода, оксид и диоксид азота, различные углеводороды, сернистый ангидрид, сажа.

– Неуклонный рост объёмов перевозок воздушным транспортом приводит к загрязнению окружающей среды продуктами сгорания авиационных топлив.

– При эксплуатации речным транспортом происходит загрязнение водоёмов. Другим источником загрязнения водоёмов речным транспортом можно считать подсланевые воды, которые образуются в машинных отделениях судов и отличаются высоким содержанием нефтепродуктов.

Таблица 2

Воздействие различных видов транспорта на окружающую среду (выбросы загрязняющих веществ от передвижных источников) [4]

Тыс. тонн / Год	Оксид углерода	Летучие органические соединения	Оксиды азота	Сажа	Диоксид серы
2018	11728	1555	1747	40	86
2019	3772	444	1078	41	37
2020	3664	427	1042	39	37

Как видно из таблицы, отрицательное воздействие оказывается всеми видами транспорта, поэтому как само государство, так и обычные люди должны прийти к осознанному потреблению, а именно [6]:

– уменьшить вредное воздействие транспорта на воздушную и водную среду и на здоровье человека за счет применения экологически более безопасных видов транспортных средств;

– расширить применение транспортных средств с высокой топливной экономичностью на уровне мировых образцов;

– стимулировать использование транспортных средств работающих на альтернативных источниках (не нефтяного происхождения) топливо-энергетических ресурсов.

В заключении хотелось бы отметить, что все виды транспорта загрязняют окружающую среду, в особенности воздух и воду, именно поэтому необходимо перенастроить стремление человечества с пути потребления, на путь защиты окружающей среды, а именно:

– Сократить потребление горючих ископаемых для транспорта.

– Установить общемировые стандартов выбросов в атмосферу для всех видов транспорта.

– Совершенствовать и развивать надежную и общедоступную систему общественного транспорта.

– При планировании развития транспортных систем использовать системный подход, направленный на комплексное решение экологических проблем.

Литература

1. Альтернативные источники освещения / Петрушин В.Е., Балдин И.В., Чабанов Е.А. // Транспорт: проблемы, цели, перспективы (ТРАНСПОРТ 2021) Материалы II Всероссийской научно-технической конференции с международным участием (Пермь, 12 февраля 2021 г.) / под ред. канд. пед. наук., доц. Е.В. Чабановой – Пермь: Пермский филиал ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2021. – С.465-468.

2. Водородный двигатель на судах. Перспективы развития и проблемы внедрения/ А.Н. Третьяков, Е.А. Чабанов // Транспорт: проблемы, цели, перспективы (ТРАНСПОРТ 2020) Материалы всероссийской научно-технической конференции (Пермь, 15 февраля 2020 г.) / под ред. канд. пед. наук., доц. Е.В. Чабановой – Пермь: Пермский филиал ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2020. – С. 238-240.

3. Железнодорожный транспорт и экология / М.С. Кремнева, Л.С. Скорюпина, Е.В. Конина // Актуальные вопросы гуманитарных и социально-экономических наук: сборник трудов Международной научно-практической конференции (с очным участием), г. Пермь, 12 апреля 2018 г.: в 2-х ч. Ч. 1 / Пермский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации. – Пермь: ПВИ ВНГ РФ, 2018. – С. 320-323.

4. Основные показатели охраны окружающей среды [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/oxr_bul_2021.pdf (дата обращения: 06.04.2022).

5. Проблема вредного воздействия транспорта на окружающую среду / А.Д. Казанбаев, Е.В. Чабанова // Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития : материалы международной научно-технической конференции (17–19 октября 2018 г.) : в 2 ч. / отв. за вып. О.А. Белов. – Ч. 2. – Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2019. – С. 137-139.

6. Экологические проблемы на водном транспорте и методы их решения / А.Д. Каменских, Л.С. Скорюпина // Актуальные вопросы гуманитарных и социально-экономических наук: сборник трудов Международной научно-практической конференции (с очным участием), г. Пермь, 12 апреля 2018 г.: в 2-х ч. Ч. 1 / Пермский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации. – Пермь: ПВИ ВНГ РФ, 2018. – С. 256-260.

THE PROBLEM OF PROTECTING THE ENVIRONMENT FROM THE EFFECTS OF TRANSPORT

S.V. Veselitskiy, E.V. Chabanova
FSBEI HE «Perm SATU»
Perm, Russian Federation

Abstract. *The article presents a study of transport as a source of environmental pollution. Data on the impact of various modes of transport on the environment, includ-*

ing data on emissions of pollutants from mobile sources. Some areas of human activity are listed, the execution of which can positively affect the state of the environment.

***Keywords**: environment, ecology, transport, sources of pollution.*

Об авторах

Веселицкий Сергей Вячеславович (Пермь, Россия) – студент (специалитет) инженерный факультет, ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», e-mail: 89194664243@mail.ru.

Чабанова Евгения Владимировна (Пермь, Россия) – кандидат педагогических наук, доцент ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», e-mail: jentosina@yandex.ru.

УДК 539.4

В.А. Елтышев, Ю.А. Барыкин;
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,
Пермь, Российская Федерация

ВЛИЯНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОПОРЫ БАЛКИ НА ЕЕ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ

Аннотация. В статье исследовано влияние дополнительной опоры, установленной на духопорную балку, на ее грузоподъемность. Для раскрытия статической неопределимости задачи использован метод сил. Показано, что грузоподъемность рассмотренной балки после установки дополнительной опоры увеличилась в 4 раза.

Ключевые слова: балка, грузоподъемность, статическая неопределимость, метод сил.

При изготовлении и эксплуатации различного рода балочных конструкций может возникнуть ситуация, когда необходимо повысить грузоподъемность балки, не изменяя при этом номер ее профиля.

Для решения данной задачи предлагается установить на балку дополнительную опору, и определить на сколько увеличится ее грузоподъемность.

Рассмотри двухопорную балку длиной 2ℓ и нагруженную равномерно распределенной нагрузкой интенсивностью q (рис 1а). Условие прочности балки имеет следующий вид [2]

$$\sigma_{max} = \frac{|\mathrm{M}_z|_{max}}{W_z} \leq [\sigma], \qquad (1)$$

Будем считать, что W_z –момент сопротивления поперечного сечения балки относительно оси z и допускаемое напряжение материала балки $[\sigma]$ заданы.

Под грузоподъемностью балки будем понимать максимальное значение интенсивности распределенной нагрузки q, при котором выполняется условие прочности (1). С помощью метода сечений построим эпюру изгибающего момента M_z (рис. 1)

$$\sum \mathrm{M}_{ic} = M_z + \frac{qx^2}{2} - R_A x = 0, (2) \quad R_A = R_B = \frac{q2\ell}{2} = q\ell, \qquad (3)$$

Из выражений (2) и (3) получим

$$\mathrm{M}_z = -\frac{qx^2}{2} + q\ell x, \qquad (4)$$

Исследуем выражение M_z на экстремум

$$\frac{dM_z}{dx} = -qx + q\ell = 0, \tag{5}$$

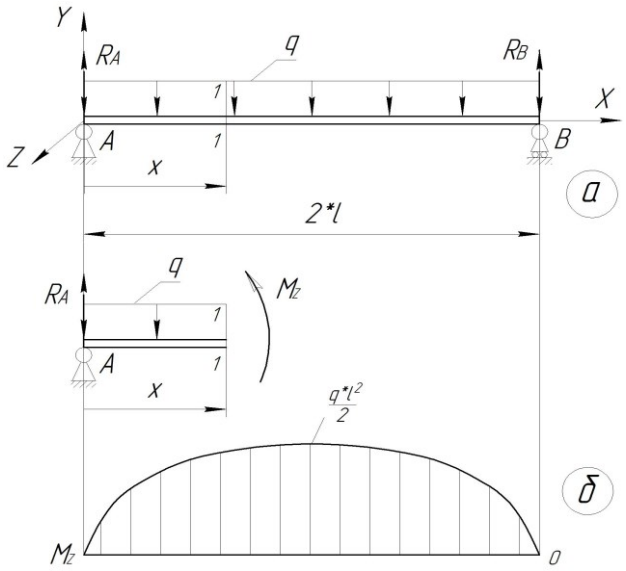


Рисунок 1. Расчетная схема двухопорной балки и эпюра изгибающего момента M_z

Условие экстремума (5) выполняется при x=ℓ, а максимальное значение M_z будет равно

$$M_{zmax} = \frac{q\ell^2}{2}, \tag{6}$$

Подставляя выражение (6) в условие прочности (1) и разрешая полученное неравенство относительно q получим $q \le \frac{2W_z[\sigma]}{\ell^2}$, (7)

Следовательно

$$q_{max} = \frac{2W_z[\sigma]}{\ell^2}, \tag{8}$$

Посмотрим, как изменится грузоподъемность, если посередине балки поставить дополнительную опору (рис.2).

Балка стала одиножды статически неопределимой. Для раскрытия статической неопределимости используем метод сил [1, 2]. В качестве основной системы выберем геометрически неизменяемую, статически определимую и свободную от нагрузок систему (рис.2б), полученную путем врезания шарнира в опору С. Эквивалентная система изображена на рисунке 2 в, где X – неизвестные изгибающие моменты в шарнире С.

Каноническое уравнение метода сил для данной задачи имеет следующий вид

$$\delta_{11}X + \Delta_{1p}=0, \tag{9}$$

Для определения коэффициента δ_{11} к основной системе приложим единичные моменты $\overline{X} = 1$ в шарнире С (рис.2г) и построим эпюру изгибающих моментов $\overline{M}$ (рис.2д), а далее перемножим эпюру $\overline{M}$ саму на себя по способу Верещагина [1, 2] и получим

$$\delta_{11} = \frac{2}{EJ_z}\frac{1}{2}\ell \cdot 1 \cdot \frac{2}{3} = \frac{2\ell}{3EJ_z}, \qquad (10)$$

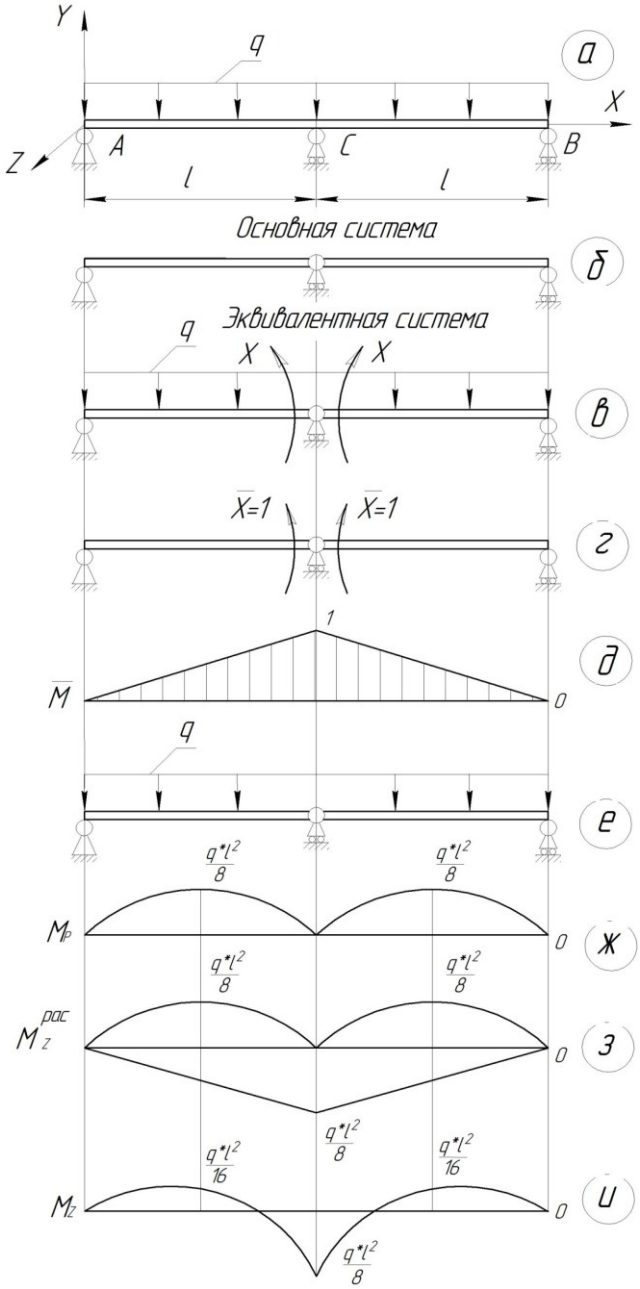


Рисунок 2 . Расчетная схема трехопорной балки и необходимые эпюры изгибающих моментов для метода сил

Для определения коэффициента Δ_{1p} , к основной системе приложим внешнюю нагрузку (рис.2е) и построим эпюру изгибающих моментов M_p (рис.2ж). По способу Верещагина перемножим эпюру M_p на единичную эпюру $\overline{M}$ и получим

$$\Delta_{1p} = \frac{2}{EJ_z}\frac{2}{3}\ell \cdot \frac{q\ell^2}{8} \cdot \frac{1}{2} = \frac{q\ell^3}{12EJ_z}, \qquad (11)$$

Подставляя полученные выражения (10), (11) в уравнение (9) получим

$$X = -\frac{\Delta_{1p}}{\delta_{11}} = -\frac{q\ell^3}{12EJ_z}\frac{3EJ_z}{2\ell} = -\frac{q\ell^2}{8}, \quad (12)$$

Добавив к эпюре M_p эпюру от изгибающего момента $X = -\frac{q\ell^2}{8}$ получим расслоенную эпюру $M_z^{рас}$ (рис.2 з). Суммируя расслоенную эпюру по сечениям, получим искомую эпюру M_z (рис.2 и) из которой следует, что для трехопорной балки

$$M_{zmax} = -\frac{q\ell^2}{8}, \quad (13)$$

Подставляя значение (13) в условие прочности (1) и разрешая полученное неравенство относительно q получим

$$q \leq \frac{8W_z[\delta]}{\ell^2}, \quad (14)$$

Следовательно

$$q_{max} = \frac{8W_z[\delta]}{\ell^2}, \quad (15)$$

Вывод: из сравнения выражений (8) и (15) следует, что установка посредине пролета балки дополнительной опоры позволяет увеличить ее грузоподъемность в 4 раза, не изменяя при этом номер ее профиля.

Литература

1. Елтышев В.А. Сопротивление материалов: Методические указания для выполнения курсовых работ/ В.А. Елтышев, Ю.А. Барыкин. ФГБОУ ВО Пермская ГСХА- Пермь: ИПЦ Прокрость, 2017-48с.

2. Молотников В.Я. Курс сопротивления материалов: учебное пособие/ В.Я. Молотников-2-е изд.,стер.-Санкт-Петербург: Лань, 2021-384с.

THE EFFECT OF THE ADDITIONAL SUPPORT OF THE BEAM ON ITS LOAD CAPACITY

V.A. Eltyshev, Yu.A. Barykin
FSBEI HE «Perm SATU»
Perm, Russian Federation

Abstract. *The article investigates the effect of an additional support installed on a support beam on its load capacity, the method of forces is used to reveal the static indeterminability of the problem. It is shown that the load capacity of the considered beam after the installation of an additional support increased by 4 times.*

Keywords: *beam, load capacity, static indeterminability, force method.*

Об авторах

Елтышев Владимир Александрович (Пермь, Россия) – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой деталей машин ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», e-mail: eltyshev.v@mail.ru.

Барыкин Юрий Алексеевич (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры деталей машин ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», e-mail: mkc-bya@mail.ru.

УДК 629.3.014.2
Г.А. Иовлев, И.И. Голдина;
ФГБОУ ВО «Уральский ГАУ»,
Екатеринбург, Российская Федерация

ВЛИЯНИЕ БАЛЛАСТИРОВАНИЯ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ТРАКТОРОВ РАЗЛИЧНЫХ ТЯГОВЫХ КЛАССОВ (ДИАПАЗОНОВ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ)

Аннотация. В статье рассмотрена тем влияния балластирования на эксплуатационные свойства тракторов различных тяговых классов; определена оптимальная доля балластных грузов, обеспечивающих оптимальные эксплуатационные свойства у тракторов различных тяговых классов с обеспечением требований к условиям управляемости и предельной нагрузки на оси. Сделан вывод, что количество и вес балластных грузов находится в прямой зависимости от тягового класса трактора. Количество вариантов установки балластных грузов также зависит от массы грузов, их количества, места установки и тягового класса трактора.

Ключевые слова: баллластирование, трактор, тяговый класс, эксплуатационные свойства, балластный груз.

При использовании, для реализации тяговых свойств двигателя, применялось различное количество передних балластных грузов, размещённых на специальных опорах или навесках, задних балластных грузов, размещённых на задних колёсах или задней навеске. Если передние балластные грузы использовались для улучшения управляемости и передачи части веса на задние колёса, балластные грузы на задних колёсах для повышения тяговых свойств трактора, то балластные грузы на задней навеске – для уравновешивания опрокидывающих моментов от передних фронтальных погрузчиков и снижения нагрузки на переднюю ось. Количество и вес балластных грузов находится в прямой зависимости от тягового класса трактора. Количество вариантов установки балластных грузов также зависит от массы грузов, их количества, места установки и тягового класса трактора [2].

В своём исследовании постараемся проанализировать и определить оптимальную долю балластных грузов, обеспечивающих оптимальные эксплуатационные свойства у тракторов различных тяговых классов с обеспечением требований к условиям управляемости и предельной нагрузки на оси. У современных полноприводных тракторов со схемой 4К4а, по условиям управляемости, нагрузка на переднюю ось должна быть не меньше 0,2 $m_Э$ (эксплуатационной массы), по предельно допустимой нагрузке на оси – для передней оси (0,35-0,45) $m_Э < m^F_{max}$ (предельно допустимая нагрузка на переднюю ось); для задней оси (0,55-0,65) $m_Э < m^R_{max}$ (предельно допустимая нагрузка на заднюю ось).

На количество балластных грузов оказывает влияние показатель энергонасыщенности трактора. Мы в своём исследовании проанализируем тракторы с показателем «энергонасыщенности» в диапазоне - $>$ 1,5 кВт/кН, до 2,25 кВт/кН [1, 3].

В исследовании рассмотрим возможности повышения эксплуатационных свойств у трактора John Deer 6095B с показателем энергонасыщенности Э = 1,7 кВт/кН, трактора John Deer 8270R с показателем энергонасыщенности Э = 1,71 кВт/кН.

Варианты догрузки для John Deer 6095B: 1 вариант – без догрузки;

2 вариант – 2 передних груза по 50 кг; 3 вариант – 2 передних груза по 50 кг + балластные грузы на задние колёса 2×55 кг; 4 вариант – 4 передних груза по 50 кг; 5 вариант - 4 передних груза по 50 кг + балластные грузы на задние колёса 2×55 кг; 6 вариант - 6 передних грузов по 50 кг + балластные грузы на задние колёса 2×55 кг.

Для John Deer 8270R: 1 вариант – без догрузки; 2 вариант – на переднюю опору 4 груза по 50 кг; 3 вариант – на переднюю опору 4 груза по 50 кг + колёсные грузы на заднюю ось 2×70 кг; 4 вариант – на переднюю опору 8 грузов по 50 кг + колёсные грузы на заднюю ось 2×70 кг; 5 вариант – на переднюю опору 12 грузов по 50 кг + колёсные грузы на заднюю ось 2×70 кг; 6 вариант – на переднюю опору 16 грузов по 50 кг + колёсные грузы на заднюю ось 2×70 кг; 7 вариант – на переднюю опору 8 грузов по 50 кг + колёсные грузы на заднюю ось 2×536 кг; 8 вариант – на переднюю опору 12 грузов по 50 кг + колёсные грузы на заднюю ось 2×536 кг; 9 вариант – на переднюю опору 16 грузов по 50 кг + колёсные грузы на заднюю ось 2×536 кг; 10 вариант - на переднюю опору подъёмный балласт 900 кг + колёсные грузы на заднюю ось 2×70 кг + 2×205 кг; 11 вариант - на переднюю опору подъёмный балласт 1150 кг + колёсные грузы на заднюю ось 2×70 кг + 4×205 кг; 12 вариант - на переднюю опору подъёмный балласт 1500 кг + колёсные грузы на заднюю ось 2×70 кг + 2×536 кг; 13 вариант - на переднюю опору подъёмный балласт 1800 кг + колёсные грузы на заднюю ось 2×70 кг + 2×900 кг.

В таблице 1 представим номинальные тяговые усилия при разных вариантах догрузки.

Таблица 1

Номинальное тяговое усилие при разных вариантах догрузки, кН

№ варианта	Марка трактора			
	John Deer 6095B		John Deer 8270R	
	$m_э$, кН	$P_{кр.н}$, кН	$m_э$, кН	$P_{кр.н}$, кН
1	41,19	16,1	116,1	45,5
2	42,27	16,6	118,1	46,3
3	43,34	17,0	119,4	46,8
4	43,15	16,9	121,4	47,6
5	44,23	17,3	123,4	48,4
6	45,21	17,7	125,3	49,1
7			130,5	51,2
8			132,6	52,0
9			134,6	52,8
10			130,3	51,1
11			136,8	53,6
12			142,7	55,9
13			152,8	59,9

Номинальное тяговое усилие с использованием балластных грузов у трактора John Deer 6095B увеличилось на 9,9 %, у трактора John Deer 8270R – на 31,6 %.

Для оценки влияния балластирования на эксплуатационные свойства, т.е. на производительность машинно-тракторного агрегата (МТА), на расход топлива произведём расчёты по формированию МТА для выполнения технологической операции культивация.

Исходные данные для расчётов: удельное сопротивление – 1,7 кН/м, коэффициент сопротивления перекатыванию – 0,15, запас тягового усилия 7,5%. При расчётах необходимо выбирать возможно более высокие скорости, в соответствии с агротехническими требованиями.

Для трактора John Deer 6095B.

Тяговое сопротивление агрегата определяется по формуле:

$$R_a = R_м + R_f \quad (1)$$

где

$R_м$ – тяговое сопротивление сельскохозяйственной машины, кН;

R_f – сопротивление перекатыванию сельскохозяйственной машины, кН.

Для культиватора КПС-5 (1-4 вариант).

$$R_a = 5\times1,7 + 0,15\times12,6 = 8,5+1,89 = 10,39 \text{ кн.} \quad (2)$$

Тяговое сопротивление соответствует тяговому усилию на передаче II4 с тяговым усилием 12,1 кН с запасом тягового усилия.

Часовую производительность определим по формуле:

$$W_ч = eB_PV_P = e\ \xi_B\ \xi_V\ \tau B_aV_T \quad (3)$$

где e – коэффициент, учитывающий единицы измерения скорости движения агрегата. e = 0,1.

B_P – рабочая ширина захвата агрегата, м;

$B_P = \xi_B B_a$, где ξ_B – коэффициент использования ширины захвата учитывает отличие рабочей ширины захвата от конструктивной:

$\xi_B = \frac{B_P}{B_a}$.

При поверхностной обработке

ξ_B = 0,95-0,96.

V_P – рабочая скорость движения агрегата;

$V_P = \xi_V V_T$, где ξ_V – коэффициент использования скорости:

$\xi_V = \frac{V_P}{V_T}$. ξ_V = 0,77 для тракторов кл. 1,4 тс;

τ – коэффициент использования времени смены: $\tau = \frac{T_P}{T_{СМ}}$.

При хорошей организации труда и нормальных условиях эксплуатации τ = 0,7 – 0,8.

$W_Ч$ = 0,1×0,955×5×0,77×10,6×0,75 = 2,92 га/ч

Расчёт расхода топлива.

$$g_{ГА} = \frac{G_{T.P}+G_{T.П}+G_{Т.ПЕР}+G_{Т.ХД}}{W_ч} \quad (4)$$

где $G_{T.P}$, $G_{T.П}$, $G_{Т.ПЕР}$, $G_{Т.ХД}$ – средние часовые расходы топлива в течение смены, кг/ч при выполнении основной (чистой) работы, холостых ходов на поворотах, переездах и во время холостой работы двигателя (во время остановок агрегата с работающим двигателем). Средние часовые расходы топлива принимаются по справочным данным или расчётным путём через удельный расход топлива на 1 эф. л.с. и степень загрузки двигателя.

$$g_{ГА} = \frac{9,64\times0,75+5,33\times0,25}{2,92} = \frac{7,23+1,33}{2,92} = 2,93 \text{ кг/га}$$

Для культиватора КПС-6 (5-6 вариант).

$R_a = 6\times1,7 + 0,15\times13.6 = 10,2+2,04 = 12,24$ кн.

Тяговое сопротивление соответствует тяговому усилию на передаче III1 с тяговым усилием 13,3 кН с запасом тягового усилия.

$W_Ч = 0{,}1 \times 0{,}955 \times 6 \times 0{,}77 \times 10{,}2 \times 0{,}75 = 3{,}37$ га/ч

$g_{ГА} = \frac{10{,}3 \times 0{,}75 + 5{,}94 \times 0{,}25}{3{,}37} = \frac{7{,}72 + 1{,}48}{3{,}37} = 2{,}73$ кг/га

$R_a = 6 \times 1{,}7 + 0{,}15 \times 13.6 = 10{,}2 + 2{,}04 = 12{,}24$ кн

Тяговое сопротивление соответствует тяговому усилию на передаче II4 с тяговым усилием 13,3 кН с запасом тягового усилия.

$W_Ч = 0{,}1 \times 0{,}955 \times 6 \times 0{,}77 \times 10{,}6 \times 0{,}75 = 3{,}51$ га/ч

$g_{ГА} = \frac{10{,}6 \times 0{,}75 + 5{,}85 \times 0{,}25}{3{,}51} = \frac{7{,}95 + 1{,}46}{3{,}51} = 2{,}68$ кг/га

Результаты расчётов влияния балластирования на производительность машинно-тракторного агрегата (МТА), на расход топлива представим в таблице 2.

Таблица 2

Влияние балластирования на производительность МТА, на расход топлива у агрегата в составе с трактором John Deer 6095B

№ варианта	Марка СХМ	Часовая производительность, га/ч	Удельный расход топлива, кг/га
1	КПС-5	2,92	2,93
2	КПС-5	3,36	2,62
3	КПС-5	3,36	2,67
4	КПС-5	3,36	2,66
5	КПС-6	3,37	2,73
6	КПС-6	3,51	2,68

Используя индексный метод, взяв за базисный 1-й вариант догрузки, определим оптимальный вариант догрузки балластными грузами трактора John Deer 6095B.

1-й вариант – 1 + 1 = 2 балла; 2-й вариант – 1,15 + 1,12 = 2,27 балла; 3-й вариант – 1,15 + 1,1 = 2,25 балла; 4-й вариант – 1,15 + 1,1 = 2,25 балла; 5-й вариант – 1,15 + 1,07 = 2,22 балла; 6-й вариант – 1,2 + 1,09 = 2,29 балла;

Оптимальным вариантом догрузки трактора John Deer 6095B балластными грузами будет догрузка шестью передними грузами по 50 кг + балластные грузы на задние колёса 2×55 кг.

Аналогичные расчёты произведём для трактора John Deer 8270R, данные расчётов представим в табл. 3.

Для культиватора КПМ-12 (1-6 вариант).

1-й вариант. $R_a = 12 \times 1{,}7 + 0{,}15 \times 36.1 = 20{,}4 + 5{,}78 = 26{,}2$ кн.

Тяговое сопротивление соответствует тяговому усилию на передаче II7 = 12,4 с тяговым усилием 29,9 кН с запасом тягового усилия.

$W_Ч = 0{,}1 \times 0{,}955 \times 12 \times 0{,}83 \times 12{,}4 \times 0{,}75 = 8{,}85$ га/ч

$g_{ГА} = \frac{27{,}45 \times 0{,}75 + 15{,}05 \times 0{,}25}{8{,}85} = \frac{20{,}6 + 3{,}76}{8{,}85} = 2{,}75$ кг/га

6-й вариант. $R_a = 12 \times 1{,}7 + 0{,}15 \times 36.1 = 20{,}4 + 5{,}78 = 26{,}2$ кн.

Тяговое сопротивление соответствует тяговому усилию на передаче II8 с тяговым усилием 28,1 кН с запасом тягового усилия.

$W_Ч = 0{,}1 \times 0{,}955 \times 12 \times 0{,}83 \times 14{,}3 \times 0{,}75 = 10{,}2$ га/ч

$g_{ГА} = \frac{29{,}62 \times 0{,}75 + 16{,}24 \times 0{,}25}{10{,}2} = \frac{22{,}2 + 4{,}06}{10{,}2} = 2{,}57$ кг/га

Для культиватора КПМ-14 (7-13 вариант).

7-й вариант. $R_a = 14 \times 1,7 + 0,15 \times 45.4 = 23,8+6,81 = 30,6$ кн.

Тяговое сопротивление соответствует тяговому усилию на передаче II7 с тяговым усилием 33,6 кН с запасом тягового усилия.

$W_Ч = 0,1 \times 0,955 \times 14 \times 0,83 \times 12,4 \times 0,75 = 10,3$ га/ч

$g_{ГА} = \frac{30,85 \times 0,75 + 16,92 \times 0,25}{10,3} = \frac{23,1+4,23}{10,3} = 2,65$ кг/га

13-й вариант. $R_a = 14 \times 1,7 + 0,15 \times 45.4 = 23,8+6,81 = 30,6$ кн.

Тяговое сопротивление соответствует тяговому усилию на передаче II8 с тяговым усилием 34,2 кН с запасом тягового усилия.

$W_Ч = 0,1 \times 0,955 \times 14 \times 0,83 \times 14,3 \times 0,75 = 11,9$ га/ч

$g_{ГА} = \frac{36,12 \times 0,75 + 19,81 \times 0,25}{11,9} = \frac{27,1+4,95}{11,9} = 2,69$ кг/га

Используя индексный метод, взяв за базисный 1-й вариант догрузки, определим оптимальный вариант догрузки балластными грузами трактора John Deer 8270R.

1-й вариант – 1 + 1 = 2 балла; 2-й вариант – 1 + 0,99 = 1,99 балла; 3-й вариант – 1 + 0,97 = 1,97 балла; 4-й вариант – 1 + 0,96 = 1,96 балла; 5-й вариант – 1 + 0,94 = 1,94 балла; 6-й вариант – 1,15 + 1,07 = 2,22 балла; 7-й вариант – 1,16 + 1,04 = 2,2 балла; 8-й вариант – 1,16 + 1,02 = 2,18 балла; 9-й вариант – 1,16 + 1 = 2,16 балла; 10-й вариант – 1,16 + 1,04 = 2,2 балла; 11-й вариант – 1,16 + 0,99 = 2,15 балла; 12-й вариант – 1,16 + 0,95 = 2,11 балла; 13-й вариант – 1,34 + 1,02 = 2,36 балла.

Таблица 3

Влияние балластирования на производительность МТА, на расход топлива у агрегата в составе с трактором John Deer 8270R

№ варианта	Марка СХМ	Часовая производительность, га/ч	Удельный расход топлива, кг/га
1	КПМ-12	8,85	2,75
2	КПМ-12	8,85	2,79
3	КПМ-12	8,85	2,83
4	КПМ-12	8,85	2,87
5	КПМ-12	8,85	2,93
6	КПМ-12	10,2	2,57
7	КПМ-14	10,3	2,65
8	КПМ-14	10,3	2,7
9	КПМ-14	10,3	2,74
10	КПМ-14	10,3	2,65
11	КПМ-14	10,3	2,78
12	КПМ-14	10,3	2,9
13	КПМ-14	11,9	2,69

Оптимальным вариантом догрузки трактора John Deer 8270R балластными грузами будет догрузка на переднюю опору подъёмного балласта 1800 кг + колёсные грузы на заднюю ось 2×70 кг + 2×900 кг.

Выводы. В своём исследовании рассмотрели возможности повышения эксплуатационных свойств у трактора John Deer 6095B с показателем энергонасыщенности Э = 1,7 кВт/кН, также рассмотрели возможности повышения эксплуатационных свойств у трактора John Deer 8270R с показателем Э = 1,71 кВт/кН.

Предложили варианты догрузки и рассчитали тяговые усилия в соответствии с вариантами догрузки. На основании расчётов производительности и влияния балластирования на производительность, сделан вывод об оптимальном варианте догрузки. Так, для трактора John Deer 6095B он стал равным 410 кг или 9,8% от эксплуатационной массы, для трактора John Deer 8270R – 3740 кг или 31,6% от эксплуатационной массы. Из этих исследований и расчётов можно сделать вывод о том, что для тракторов с малой эксплуатационной массой нужна более низкая доля балластных грузов в общей массе трактора, по сравнению с тракторами со значительной эксплуатационной массой. Но это предварительный вывод, окончательный вывод можно будет сделать после дальнейших исследований с тракторами других тяговых классов.

Литература

1. Иовлев Г.А., Голдина И.И. Зарубежные сельскохозяйственные тракторы и их эксплуатационные свойства// Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 2 (62). С. 48-56.

2. Кутьков Г.М. К вопросу развития теории трактора// Тракторы и сельхозмашины. 2021. №3. С. 6-19.

3. Оценка эксплуатационных свойств зарубежных сельскохозяйственных тракторов: рекомендации для студентов и аспирантов высших учебных заведений, обучающихся по механическим, технологическим и конструкторским специальностям, специалистам инженерно-технических служб эксплуатационных предприятий (предприятий АПК) / Г.А. Иовлев, А.Г. Несговоров, В.С. Зорков, И.И. Голдина, Л.Н. Пильников. – Екатеринбург: издательство Уральского ГАУ, 2020. – 192 с.

INFLUENCE OF BALLASTING ON THE OPERATING PROPERTIES OF TRACTORS OF VARIOUS TRACTION CLASSES (ENGINE POWER RANGE)

G.A. Iovlev, I.I. Goldina
FSFBE HE «Ural State Agrarian University»
Yekaterinburg, Russian Federation

Abstract. *The article considers the influence of ballasting on the performance properties of tractors of various traction classes; the optimal proportion of ballast weights has been determined, providing optimal performance properties for tractors of various traction classes, while meeting the requirements for controllability conditions and maximum axle load. It is concluded that the number and weight of ballast weights are directly dependent on the traction class of the tractor. The number of options for installing ballast weights also depends on the weight of the weights, their number, installation location and the traction class of the tractor.*

Keywords: *ballasting, tractor, traction class, operational properties, ballast weight.*

Об авторах

Иовлев Григорий Александрович (Екатеринбург, Россия) – кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования в АПК», ФГБОУ ВО «Уральский государственный агарный университет», доцент кафедры «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования в АПК», ФГБОУ ВО «Уральский государственный агарный университет», e-mail: gri-iovlev@yandex.ru.

Голдина Ирина Игоревна (Екатеринбург, Россия) – старший преподаватель кафедры «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования в АПК», ФГБОУ ВО «Уральский государственный агарный университет», e-mail: ir.goldina@mail.ru.

УДК 627.21
Г.Д. Касаткин;
ФГБОУ ВО «ГУМРФ»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

ПОРТЫ ДЛЯ ПЕРЕГРУЗКИ РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ

Аннотация. В соответствии с данными Росстата потребление рыбной продукции на душу населения в Российской Федерации за 2020 год составляет 22,2 кг. Данное значение продолжает увеличиваться. Это связано с освоением и постройкой новых рыбных портов в северных широтах, а также с модернизацией уже имеющихся в южных широтах. Для проектировки качественных терминалов необходимо знать основные принципы разгрузки, хранения и транспортировки рыбопродукции.

Ключевые слова: рыбная продукция, перегрузка рыбной продукции, проектировка портов, логистика рыбной продукции, инфраструктура порта.

Для удовлетворения растущих нужд населения в сфере потребления рыбопродукции необходимо строит новые производственные объекты или улучшать уже имеющиеся. При создании или модернизации таких предприятий важно использовать новейшие технологи и наработки в данной области.

Производить рыбную продукцию возможно разными способами. Однако почти в любом из способов присутствует незаменимое звено – это перегрузочный терминал или порт, благодаря которому рыбопрдукция загружается в автотранспорт или железнодорожный транспорт. За год этот объект может перегружать до 1 миллиона тонн рыбной продукции. К примеру: за 2016 год в порту Владивосток было перегружено свыше 750 тыс. тонн рыбной продукции [6]. Общее количество рыбной продукции с 2017 по 2020 года сведены в таблицу 1 [7].

Таблица 1

Статистика улова за 2017-2020 года

Вид рыбной продукции	Год			
	2017	2018	2019	2020
	Улов, тыс. т			
Рыба морская живая	112	154	127	163
Рыба морская свежая или охлажденная	855	847	827	884
Ракообразные немороженые	45,8	52,5	49,6	50,7
Растения водные, животные морские и их продукты прочие	7,2	6,4	8,8	8,7

При проектировке или модернизации рыбных портов необходимо знать различные факторы, которые позволяют создать терминал, способный освоить высокий грузооборот. Одним из таких факторов является технология перегрузки. Она состоит из способа перегрузки, компоновочных решений, используемого оборудования и т.д. Также не маловажно знать в какой таре перевозится груз, поскольку это влияет на способы перегрузки.

Модернизация или проектировка порта начинается с определения исходных данных, одним из которых является предполагаемый грузооборот, вид тары и месторасположение терминала. Следующим этапом является компоновка терминала с определением способа перегрузки. В большинстве случаев перевозка рыбопродукции осуществляется в ламинированных мешках или ящиках на поддо-

нах. В данном случае возможно использование различных видов грузозахватных приспособлений, однако наиболее практичным будет использование вилочного захвата, изображённого на рисунке 1.

Использование вилочного захвата позволяет сократить время застропки/захвата груза, что в значительной мере повышает производительность перегрузочного оборудования. При использовании данного оборудования можно добиться комплексной нормы выработки (КНВ) свыше 55 тонн за час [3]. Также при перегрузке возможно использование различных видов траверс и способов застропки. Например, при перегрузке рыбной продукции в мешках и использовании траверсы, КНВ будет составлять 35 тонн в час [2]. Уменьшение производительности связано с более долгой застропкой и меньшим весом грузовой единицы. Поэтому выбор того или иного грузозахватного оборудования будет в первую очередь определяться грузоподъемностью крана и типом укрупненной грузовой единицы. Если присутствует возможность создавать более крупные грузовые единицы вне перегрузочного терминала, то необходимо ее использовать в первую очередь, так как это позволяет значительно увеличить пропускную способность терминала и производительность оборудования.

Рисунок 1. Крановый вилочный захват

Компоновка порта также является одним из важнейших аспектов проектировки. Поскольку для рыбопродукции необходимо поддержание низкой температуры как для скоропортящихся продуктов [5]. Для этого в качестве места хранения груза на терминалах устанавливаются холодильники. Однако при расположении объектов и инфраструктуры необходимо учитывать, что склад надо располагать как можно ближе к причалу. Идеальным вариантом будет расположение холодильника возле причала так, чтобы была возможность для перегрузки рыбной продукции по прямому варианту: судно – кран – склад. В данном случае будут сокращены затраты на использование транспортной техники, уменьшено время нахождения груза в непригодных температурных условиях. На рисунке 2 приведен пример условного изображения такой компоновки кордона.

Также при расположении различных объектов терминала необходимо помнить о различных нормах безопасности, в особенности, таких как пожарные проезды и пожарные разрывы. Иногда данные требования становятся очень жестокими, поскольку некоторая рыбная продукция, производимая в ходе ловли, становится опасным грузом. Одним из таких грузов является рыбная мука, которая производится в ходе переработки рыбы на траулерах и имеет класс опасности 4 [1]. В случае пере-

грузки опасных грузов на терминале необходимо в первую очередь руководствоваться правилами МОПОГ.

Стоит отметить, что рыбопродукция и некоторые ее производные относится к пищевой продукции, поэтому для транспортировки и перегрузки необходимо соблюдать санитарные нормы. Одной из таковых является чистота транспортных платформ. Для поддержания роллтрейлеров и платформ в чистоте необходимо оборудовать на терминале мойку или место для помывки транспортного оборудования. Наиболее практичным и удобным расположение данной зоны является возле причала, однако расположение в тылу не является критичным, но при этом необходимо учитывать уменьшение производительности транспортерного оборудования из-за увеличения времени цикла.

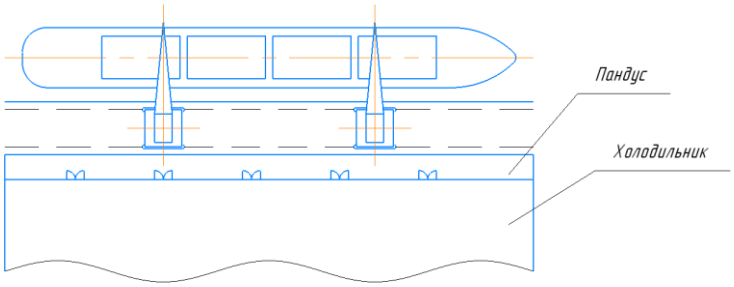


Рисунок 2. Изображение кордона порта

При проектировке необходимо помнить, что в некоторых случаях, помимо разгрузки рыбной продукции, надо ещё загружать промвооружение и тару в рыболовные траулеры. В каждом отдельном случае данный аспект необходимо уточнять. Это связано с тем, что вес одной единицы промвооружения может достигать 50 тонн и более. Данная масса является очень большой, даже некоторое среднестатистическое перегрузочное оборудование не может его перегрузить в спаренном режиме. Решением данной проблемы является установка тяжелых перегрузочных установок на одном причале. Данный причал будет задействован не только в погрузке промвооружения, но и при обслуживании и ремонте траулеров. В случаях простоя, его можно использовать как причал для перегрузки генеральных грузов. Однако данное решение может подойти не всегда, и искать решение в каждом случае необходимо отдельно.

Также на первом этапе необходимо учитывать длину причальной стенки, которая в первую очередь зависит от обрабатываемого судна, а также количества обрезываемых судов одновременно. Основные характеристики рыболовных траулеров и судов сведены в таблицу 2. Однако это не все возможные суда.

Таблица 2

Основные характеристики рыболовецких судов

Название судна	Длина, м	Ширина, м	Высота борта, м	Осадка в грузу, м	Дедвейт, т	Грузоподъёмность, т
Проект 394	84,5	14,0	10,0	5,62	1518	686
Проект 170701	81,6	16,0	8,56	6,5	1200	1020
Проект 2198	40,8	11	7,25	5,2	416	252
Проект 174610	27,14	8,6	5,0	3,8	215	125
Проект 70561	62,08	10,2	4,1	3,3	890	500
Проект 16080	114,49	17,33	11,35	6,58	2578	1528

Следующим этапом проектировки или модернизации является определение дальнейшего грузопотока. Наиболее приемлемыми является транспортировка с терминала рыбной продукции на рефрижераторных автомобилях, в рефрижераторных судах и в контейнерах. В каждый из вариантов имеет свои особенности и свою технологию перегрузки.

В случае если последующая транспортировка груза будет осуществляться с помощью рефрижераторных автомобилей необходимо учитывать, что загрузка из холодильника (склада) может производится только через докшелторы. Они позволяют уменьшить воздействие внешней среды на груз, сохранить температуру как в холодильнике, так и в автомобиле. Сама транспортировка внутри склада и загрузка в автомобили рыбной продукции осуществляется с помощью вилочных погрузчиков.

Причал для рефрижераторных судов, как и для рыболовных траулеров, необходимо располагать возле холодильника, чтобы минимизировать воздействия окружающей среды и изменения температурного режима. Однако рефрижераторные суда имеют большую длину, чем траулеры. В случае если присутствуют два причала, один для траулеров, другой для рефрижераторных судов, то причал для рефрижераторных судов необходимо располагать как можно ближе к складу. Для наглядности, в таблице 3 сведены основные характеристики рефрижераторных судов.

При перегрузке рыбопродукции грузозахватное оборудование возможно использовать такое же, что и при разгрузке траулеров. Если ж на складе помимо хранения груза идет изменение УГЕ, то на при погрузке необходимо это учитывать и использовать наиболее подходящее ГЗУ.

Также существует вариант при загрузке рыбной продукции в рефрижераторные контейнеры. При данном способе транспортировки существует множество дополнительных условий. Все условия, которые необходимо соблюдать при проектировке, перекрывает универсальность укрупненной грузовой единицы. Рыбопродукцию в контейнерах можно будет доставлять в большинство перегрузочных терминалов, перегружать на различный вид транспорта и т.д.

Таблица 3

Основные характеристики рефрижераторных судов

Название судна	Длина, м	Ширина, м	Высота борта, м	Осадка в грузу, м	Дедвейт, т	Грузоподъёмность, т
Проект 569	130,91	16,8	9,5	7,51	5840	2750
Проект 569А	130,0	16,83	9,5	7,19	5170	3320
Проект 581Т	130,9	16,8	9,5	6,7	4230	2700
Проект 583	51,89	8,0	3,5	2,9	324	180
Проект 01340	31,63	7,08	3,15	2,1	76	50
Проект 92	105,1	14,8	6,83	6,12	4280	3699

Одним из условий при перевозке груза в контейнерах является необходимость использовать контейнеры рефрижераторного типа. В свою очередь они требуют наличие в порту специальных колонок для подключения к электросети.

Загрузка рыбной продукции осуществляется аналогично рефрижераторным автомобилям. Контейнер на роллтрейлере через докшелторы загружают грузом, а затем отвозят на оперативный склад.

Также в соответствии с санитарными нормами для контейнеров также должна присутствовать мойка для очистки внутренних поверхностей. Расположение данной мойки возможно в любом месте на территории порта. Однако более близкое расположение к холодильнику с рыбопродукцией уменьшает логистические затраты с сложность путей терминальных тягачей. Стоит отметить, что для обработки контейнеров также нужна дополнительная перегрузочная техника, дополнительная площадка для таможенного и санитарного досмотра [4].

Примером рыбного порта с использованием контейнеров может служить порт, расположенный в Мурманске. Данный порт представлен на рисунке 3. Порожние контейнеры изображены в виде синих прямоугольников и складируются на пирсе и возле склада временного хранения. Груженые рефрижераторные контейнеры изображены в виде синих прямоугольников с бирюзовой полоской справа. Высота штабелирования на данном терминале составляет 4 яруса для порожних контейнеров и 3 яруса для груженых контейнеров.

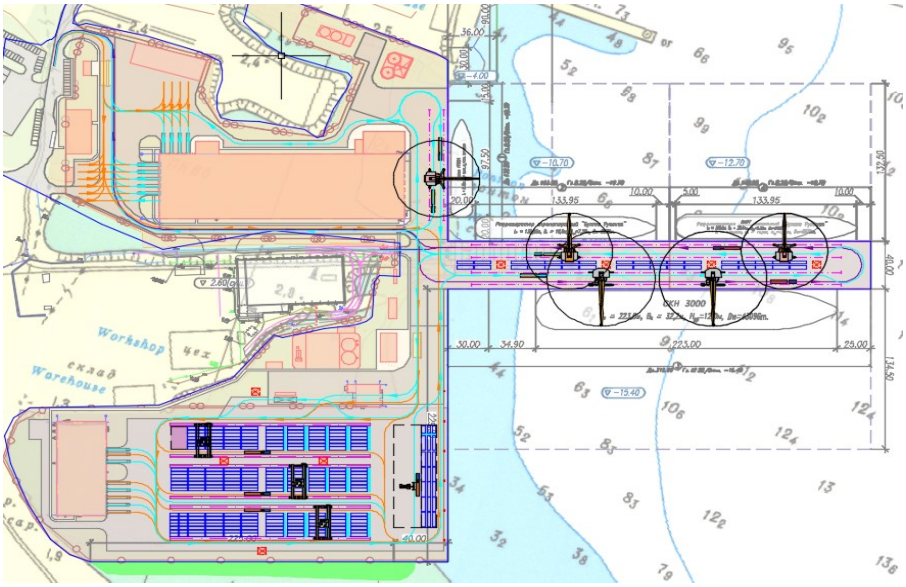


Рисунок 3. Рыбный порт Мурманска

Из особенностей можно отметить то, что вместимость склада порожних контейнеров больше чем груженых. Это связано с тем, что для постоянной загрузки контейнеров рыбной продукцией, необходимо иметь партию чистых контейнеров, равную 1,3 – 2,5 контейнеровместимости судна [4]. В противном случае, при задержке контейнеров на мойке, будет простаивать судно, и накапливаться издержки за стоянку.

В итоге можно сделать вывод, что при проектировке или модернизации рыбного порта необходимо учитывать множество различных факторов, которые способны повлиять как на пропускную способность терминала, так и на качество продукции. Также в различных случаях имеют место различные виды грузопотоков, которые позволяют увеличить объём перерабатываемой продукции как за счет простоты, так и за счет универсальности. Однако стоить помнить, что в каждом из этих случаев присутствуют свои условия обработки и эксплуатации, которые способны нанести существ удар по финансовому состоянию.

В данной статье были приведены основные и наиболее важные условия эксплуатации порта, но в каждом случае они могут разные, поскольку грузооборот порта может состоять не только из рыбопродукции. Дополнительно грузопотоки в порту могут разделяться и перемешиваться, что будет добавлять различные ограничения и условия.

Литература

1. Правила морской перевозки опасных грузов. Правила (МОПОГ). РД 31.15.01-89 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/902010657 (Дата обращения: 04.03.2022).
2. Сборник единых комплексных норм выработки и времени на погрузочно-разгрузочные работы, выполняемые в морских портах [Текст] / Гос. ком. Совета Министров СССР по вопросам труда и заработной платы. Центр. бюро пром. нормативов по труду. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Транспорт, 1967. - 320 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://search.rsl.ru/ru/record/01008388879 (Дата обращения: 04.03.2022).
3. Сборник информационных карт прогрессивных технологических схем погрузочно-разгрузочных работ в морских портах / М-во мор. флота СССР; [Отв. исполн. М. Ю. Цициашвили и др.]. - М. : Б. и., 1989. - 20 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://search.rsl.ru/ru/record/01001459535 (Дата обращения: 04.03.2022).
4. СП 316.1325800.2017. Терминалы контейнерные [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/556793889 (Дата обращения: 04.03.2022)
5. СП 350.1326000.2018. Нормы технологического проектирования морских портов 01.09.2018 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/550965467 (Дата обращения: 04.03.2022).
6. Судебные и нормативные акты РФ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://sudact.ru/law/prikaz-minselkhoza-rossii-ot-20042017-n-189/strategiia-razvitiia-morskikh-terminalov-dlia/3/peregruzochnye-kompleksy/krupneishie-morskie-porty-rossii-po/ (Дата обращения: 04.03.2022).
7. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/folder/14305 (Дата обращения: 04.03.2022).

PORTS FOR TRANSSHIPMENT OF FISH PRODUCTS

G.D. Kasatkin
FSFEI HE «SUMIS»
Saint Petersburg, Russian Federation

Abstract. *In accordance with Rosstat data, per capita consumption of fish products in the Russian Federation for 2020 is 22,2 kg. This value continues. This is due to the development and construction of new fishing ports in the northern latitudes, as well as the modernization of existing ones in the southern latitudes. To design the production of terminals, it is necessary to know the basic principles of unloading, storing and transporting fish products.*

Keyword: *Fish products, reloading of fish products, port design, logistics of fish products, port infrastructure.*

Об авторе

Касаткин Глеб Денисович (Санкт-Петербург, Россия) – студент (магистратура) кафедры транспортной логистики, ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова», «Институт водного транспорта», e-mail: cool.gleb.1999@yandex.ru

УДК 620.95:635.5
В.С. Кошман;
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,
Пермь, Российская Федерация

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ РЕАКТОРОВ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК

Аннотация. В статье рассмотрена тема тепловой защиты реакторов биогазовых установок. Проведен анализ ситуации, сложившейся в области утилизации отходов животноводческих ферм и птицефабрик. Отмечена необходимость совершенствования технологий переработки навоза в ценное органическое сырье, их востребованность. Предложена методика оценки толщины слоя теплозащиты реакторов в целях сохранения активности колоний микробов, ответственных за переработку субстрата в биогаз.

Ключевые слова: утилизация навоза, анаэробное сбраживание, биореактор, теплозащита.

Отходы животноводческих ферм, а также птицефабрик являются важным источником элементов питания растений, их использование имеет большое значение для регулирования круговорота веществ в земледелии, сохранения гумуса в почве. Ожидаемое повышение роста мощностей животноводческих комплексов АПК повлечет за собой возрастание объемов производимого навоза/помета. И здесь возможны два пути. На первом из них естественные отходы производства складируются на значительной по площади территории страны. Накопление отходов способствует сохранению болезнетворной, патогенной микрофлоры в кучах навоза/помета, что является источниками бактериального загрязнения почвы. Весной при содействии талых вод они загрязняют реки, озера, подземные воды. Возрастают экологическая напряженность и риски биологической опасности. Если же следовать второму пути, то весь производимый навоз/помет утилизируется, повышается экологическая безопасность среды обитания, снижаются риски, растут урожаи, что со временем станет повсеместным. Уже сегодня перед наукой и производством стоит задача разработки и внедрения новых адаптированных к отечественным условиям технологий утилизации навоза/помета. Новые технологии призваны обеспечить дегельминтизацию, потерю всхожести семян сорняков, подавление патогенных форм микроорганизмов, а также повышение плодородия почв [1 и др.].

Вместе с тем, одна взрослая корова, или 5 телят, или 6 свиней или 250 куриц способны дать в сутки полтора кубических метра биогаза [3]. Это обусловлено особенностями жизнедеятельности известных микроорганизмов. Для нормального протекания процесса анаэробного (без доступа кислорода) брожения необходимы оптимальные условия в биореакторе: температура, влажность субстрата, достаточная концентрация питательных веществ, допустимый диапазон значений pH, отсутствие или низкая концентрация токсичных веществ. Наилучшим образом сбраживание происходит при температуре 30…40 ℃ (развитие мезофильной бактериальной флоры), а также при температуре 50…60 ℃ (развитие термофильной бактериальной флоры) [1], их выбор выходит за рамки данной работы.

Согласно известной технологии свежий навоз поступает в приемную емкость, из которой после подготовки к сбраживанию с максимально возможной температурой насосом транспортируется в реактор, где периодически перемешивается и подогревается. По технологическим требованиям температура субстрата $t_{вн}$ в реакторе должна колебаться в весьма малых пределах от t_{max} до t_{min} [2]. Для сохранения работоспособности колоний бактерий температурные режимы анаэробного сбраживания необходимо выдерживать с достаточно большой точностью. Метанобразующие бактерии весьма чувствительны к условиям среды. При выходе за пределы оптимальных температур сбраживания (особенно при резких понижениях) метаболическая активность бактерий и их способность к воспроизводству снижаются. Цель настоящей работы оценить параметры теплозащиты реактора биогазовой установки.

Прежде всего выписываем выражение для количества тепловой энергии, «требуемого для подогрева субстрата на два градуса» ΔQ, Дж [2]:

$$\Delta Q = \rho_c V_c c_{pc}(t_{max} - t_{min}), \quad (1)$$

где $\rho_с$ – объемная плотность субстрата, кг/м^3; V_c - объем субстрата, м^3; c_{pc} – удельная теплоемкость при постоянном давлении, Дж/(кг· град); t_{max} и t_{min} - температура в градусах по шкале Цельсия.

Поскольку температура субстрата $t_{вн}$ во внутренней полости реактора существенно превышает температуру наружного воздуха $t_{нар}$, то в согласие со вторым началом термодинамики тепловые потери в окружающую реактор среду являются неизбежными. Плотность теплового потока q, Вт/м^2 от субстрата определяем по формуле

$$q = \frac{t_{вн} - t_{нар}}{\frac{1}{\propto_{вн}} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{\delta_{тзп}}{\lambda_{тзп}} + \frac{1}{\propto_{нар}}}, \quad (2)$$

где $\propto_{вн}$ - коэффициент теплоотдачи от субстрата к стенке, Вт/(м^2 · град); δ - толщина, м; λ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м· град); $\propto_{нар}$ - коэффициент теплоотдачи от стенки в окружающую среду, Вт/(м^2 · град); $t_{вн}$ и $t_{нар}$- температура в градусах по шкале Цельсия, а подстрочные индексы «ст» и «тзп» соотносят параметры соответственно к материалам металической стенки и теплозащитного покрытия.

Формула (2), полученная для плоской стенки, справедлива и для полого цилиндра, если его наружный диаметр $d_{нар}$ по отношению к внутреннему диаметру $d_{вн}$ отвечает условию $d_{нар}/d_{вн} < 1{,}8$. При выполнении условия $d_{нар}/d_{вн} < 1{,}8$ расчетную величину площади теплосъема $F_{бок}$ с погрешностью до 4% можно принять как среднее арифметическое $F_{ср} = (F_{нар} + F_{вн})/2$. Также можно показать, что желательная минимальная площадь $F = 2\pi R_{нар}^2 + 2\pi R_{нар} H$ теплоотдающей поверхности цилиндра достигается при наружном радиусе $R_{нар} = \left(\frac{V}{2\pi}\right)^{1/3}$, где V – наружный объем реактора цилиндрической формы, а H – его высота.

Мощность теплосъема с наружной поверхности реактора qF, Вт:

$$qF = \frac{F(t_{вн} - t_{нар})}{\frac{1}{\propto_{вн}} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{\delta_{тзп}}{\lambda_{тзп}} + \frac{1}{\propto_{нар}}}, \quad (3)$$

Тогда в согласие с выражениями (1) и (3) время снижения $(\Delta\tau, с)$ температуры субстрата на величину $\Delta t = t_{max} - t_{min}$:

$$\Delta\tau = \frac{\Delta Q}{qF} = \frac{\rho_c V_c c_{pc}(t_{max} - t_{min})}{F(t_{вн} - t_{нар})}\left(\frac{1}{\propto_{вн}} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{\delta_{тзп}}{\lambda_{тзп}} + \frac{1}{\propto_{нар}}\right), \quad (4)$$

а толщина слоя теплозащитного покрытия $\delta_{тзп}$:

$$\delta_{тзп} = \lambda_{тзп}\left[\frac{F(t_{вн} - t_{нар})\Delta\tau}{\rho_c V_c c_{pc}(t_{max} - t_{min})} - \frac{1}{\propto_{вн}} - \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} - \frac{1}{\propto_{нар}}\right], \quad (5)$$

Как видим, при величинах коэффициентов теплоотдачи $\propto_{вн}$ и $\propto_{нар}$ и термического сопротивления металлической стенки $\frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}}$ толщина слоя ТЗП $\delta_{тзп}$ тем больше, чем больше коэффициент его теплопроводности $\lambda_{тзп}$, площадь теплоотдающей поверхности F и перепад температур $t_{вн} - t_{нар}$, и чем меньше масса субстрата $\rho_c V_c$, теплоемкость субстрата c_{pc} и скорость снижения его температуры $(t_{max} - t_{min})/\Delta\tau$.

Объем субстрата в реакторе V_c определяем по формуле [2]:

$$V_c = \frac{M_{сут} n}{\varphi \rho_c k}, \quad (6)$$

Здесь $M_{сут}$ – суточный выход навоза, кг; n – количество дней сбраживания; φ – коэффициент заполнения емкости; k – количество реакторов. При числовых значениях величин $M_{сут}$ = 41000 кг, φ = 0,825 [3], n = 20, $\rho_c = 850$ кг/м^3 [2] k = 3 имеем $V_c = 389{,}7$ м^3. Принимаем $V_c = 390$ м^3, наружный объем реактора цилиндрической формы V = 400 м^3, наружный радиус R = 4 м, высоту реактора H = 8 м, площадь поверхности теплосъема F = 300 м^2. Далее, имея также $t_{вн} - t_{нар}$ = 80 °С, $c_{pc} = 4000$ Дж/(кг· град), $(t_{max} - t_{min})/\Delta\tau = 10^{-5}$ град/с, $\propto_{вн}$ = 6,8 Вт/(м^2 · град), $\propto_{нар}$ = 23 Вт/(м^2 · град), $\delta_{ст}$ = 0, 01 м и коэффициент теплопроводности стали $\lambda_{ст} = 20$ Вт/(м· град), для толщины слоя ТЗП можно записать

$$\delta_{тзп} = \lambda_{тзп}\left[\frac{300 \cdot 80}{850 \cdot 390 \cdot 4000 \cdot 10^{-5}} - \frac{1}{6{,}8} - \frac{0{,}01}{20} - \frac{1}{23}\right] = 1{,}62\ \lambda_{тзп}. \quad (7)$$

Для теплозащитного покрытия марки Пеноплекс 50 при $\lambda_{ст} = 0{,}03$ Вт/(м· град) имеем толщину слоя $\delta_{тзп}$ = 5 см.

Представленные в работе расчетные соотношения, на наш взгляд, представляют практический интерес и могут быть использованы при проектировании биогазовых установок.

Литература

1. Анаэробное сбраживание и метаногенерация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https:// studref. com/ 466971/ ekologiya/ anaerobnoe _sbrazhivanie _metanogeneratsiya (дата обращения: 4.03.2022).

2. Земсков В.И., Александров И.Ю. Проектирование технических систем производства биогаза в животноводстве: учебное пособие. СПб.: 2017. – 312 с.

3. Утилизация навоза/помета на животноводческих фермах для обеспечения экологической безопасности территории, наземных и подземных объектов в Ленинградской области [Электронный ресурс]. - Режим доступа: booklet.pdf – Abode Acrobat Reader DC (32 – bit) (дата обращения: 24.02.2022).

FEATURES OF ESTIMATION OF THERMAL PROTECTION PARAMETERS OF BIOGAS PLANT REACTORS

V.S. Koshman
FSBEI HE «Perm SATU»
Perm, Russian Federation

Abstract. *The article discusses the topic of thermal protection of biogas plant reactors. The analysis of the situation in the field of waste disposal of livestock farms*

and poultry farms is carried out. The necessity of improving the technologies of processing manure into valuable organic raw materials, their relevance is noted. A method is proposed for estimating the thickness of the reactor thermal protection layer in order to preserve the activity of microbial colonies responsible for processing the substrate into biogas.

***Keywords**: manure utilization, anaerobic digestion, bioreactor, thermal protection.*

Об авторе

Кошман Валентин Семенович (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры сельскохозяйственных машин и оборудования, ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», e-mail: koshman31337@yandex.ru

УДК 629.5.083.5

[1,2]И.Е. Крива, [2]К.В. Чупина;
[1]ООО «ДПИ «Востокпроектверфь»,
[2]ФГАОУ ВО «ДФУ»,
Владивосток, Российская Федерация

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И КАДРОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ СУДОРЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Аннотация. В статье рассмотрены организационно-технические проблемы, с которыми сталкиваются производственные цеха судоремонтных предприятий при выполнении заказов. Предложены способы их решения. Отдельно рассмотрена проблема отсутствия молодых кадров по рабочим специальностям, выполнен анализ списочной численности производственного участка, предложены методы омоложения трудовых коллективов.

Ключевые слова: судоремонт, ЗИП, дефицит кадров, ретрофит, техническая подготовка производства.

Введение

Несмотря на повышенное внимание со стороны государства к вопросам отечественного судостроения и ремонта, в отрасли все ещё ощущаются последствия экономической нестабильности прошлых лет, которая выразилась в уходе из профессии опытных специалистов и частичной потере опыта выполнения масштабного ремонта и модернизации судов. Из-за этого возникают проблемы организационного и технического характера, которые приводят к потерям времени и снижают качество работ.

В докладе рассматриваются производственные проблемы, с которыми сталкивается электротехнический цех одного из судоремонтных предприятий Приморского края при выполнении ремонта различных заказов, и предлагаются способы их решения, которые будут также актуальны и для других предприятий отрасли. К таким проблемам относятся:

– включение дополнительных работ в протокол согласования объёмов работ (ПСОР);
– замена импортного или снятого с производства оборудования;
– закупка запасных частей, инструментов и принадлежностей (ЗИП);
– подготовка молодых кадров.

Цель настоящей работы – рассмотреть причины, снижающие эффективность проведения ремонта судового оборудования, и сформулировать предложения для повышения его эффективности за счет уменьшения потерь времени и омоложения трудового коллектива.

Автор статьи, будучи непосредственным участником производственного процесса, при изучении проблематики использовал эмпирический метод исследования, основанный на непосредственном сборе и анализе материалов на своем предприятии.

Включение дополнительных работ в ПСОР

Цехам нередко приходится производить ремонт изделий и систем, имеющих в своем составе элементы, ремонт которых производится смежными цехами, например, системы автоматики, отвечающей за водоснабжение и пожаротушение на судне. Такая система помимо электрических компонентов (датчиков, щитов сигнализации и т.д.) включает в себя ещё и разветвленную сеть трубопроводов. Выполнение ремонта оборудования всегда подразумевает его сдачу в действии, а в случае неготовности смежных систем к работе сделать это не представляется возможным. Возможны ситуации, когда смежные системы изначально не были указаны для ремонта. К примеру, ответственный за составление ПСОР механик, не владея полной картиной о состоянии своей материальной части, видит неисправный пульт управления какой-нибудь судовой системы на посту управления и не осведомлен о том, что относящиеся к данной системе трубопроводы и датчики сгнили или отсутствуют, и указывает необходимость ремонта только для самого пульта. В результате данный пульт ремонтируется, но не может быть сдан в действии в составе системы, и уже фактически выполненная работа «подвисает» на неопределенный срок.

В действующих руководящих документах предусмотрена процедура внесения изменений в ПСОР по результатам дефектования. Но при этом сама корректировка ПСОР и его утверждение, равно как и закупка материалов для выполнения дополнительных работ, приводит к потерям времени и затягиванию общего срока ремонта. К тому же возможны ситуации, когда у заказчика не заложены средства на дополнительные работы.

Чтобы этого избежать, нужно проводить выявление дополнительных работ и корректировку ПСОР в начале ремонта, до проведения рабочей дефектации путем выполнения технического освидетельствования. Небольшой опыт таких освидетельствований уже имеется.

В исследуемый период электротехническим цехом проводилось техническое освидетельствование электросистем некоторых судов. В результате были составлены акты, отражающие текущее состояние электрооборудования, сделаны выводы о возможности его дальнейшей эксплуатации и даны рекомендации по ремонту.

Технические освидетельствования буду эффективны при совместной и слаженной работе смежных цехов, отдела подготовки производства и судовых строителей.

При освидетельствовании сложных систем, в ремонте которых задействованы несколько цехов, нужно создавать комиссии, включающие в себя представителей от каждого цеха. Нужно ввести процедуру ознакомления цехов с результатами освидетельствования их смежников, а также совместное подписание актов освидетельствования. Сводные результаты от цехов должны поступать строителю и в отдел подготовки производства для уточнения объема работ и внесения соответствующих корректировок в ПСОР.

Освидетельствования особо необходимы для сложных систем автоматики, а также для систем, в ремонте которых задействовано сразу несколько цехов. Это позволит избежать возникновения непредвиденных работ в процессе ремонта [1, 2].

Замена импортного или снятого с производства оборудования

Как правило, в ремонт поступают суда 80х, а иногда даже и 70х годов постройки, находящиеся в тяжелом техническом состоянии. Электрооборудование на них не модернизировалось, и при его ремонте электротехническому цеху приходится иметь дело с теми устройствами, которые были установлены в момент его постройки. Как правило, это оборудование уже снято с производства, из-за чего остро встает вопрос поиска запасных частей.

Также в ремонт поступают суда иностранной постройки, спущенные на воду на верфях Гданьска и Раума, на которых все оборудование польского или финского производства, найти запасные части, для которых весьма затруднительно.

В данной ситуации замена установленного при постройке электрооборудования и его комплектующих на современные аналоги существенно бы облегчила ремонт и сократила сроки поставки ЗИПа.

Согласно существующему порядку, все отступления от построечной документации должны быть согласованы с Морским Регистром, конструкторским бюро, представителем заказчика и отделом технического контроля (ОТК).

В настоящий момент для согласования замены оборудования требуется провести очень длительную бюрократическую процедуру.

Обычно она занимает от месяца до полугода. При этом заказать детали заранее предприятие не может, так как если приобретенная деталь все же окажется несогласованной, производственный цех не сможет её предъявить ОТК и Регистру, что приведёт к дополнительным расходам.

Как правило, конструкторские бюро, расположенные в западной части страны, согласовывают замену оборудования с привязкой к конкретному заказу, и для его установки на другой заказ нужно повторно запрашивать согласование.

Подобная ситуация имела место при согласовании замены польского кабеля на российский аналог. Несмотря на то, что суда равнозначны, ОТК и представитель заказчика не принимали в рассмотрение письмо конструкторского бюро о согласовании использования отечественного кабеля на одном судне постройки Польской народной республики (ПНР), применительно к судну другого проекта, также построенному на верфи ПНР.

Если бы бюро технической подготовки производства судоремонтного предприятия получило бы от конструкторского бюро единое для всех проектов

решение по замене польского кабеля на отечественный аналог и согласовало его с Морским регистром и представителем заказчика, то это существенно ускорило бы процесс закупки, а также сократило сроки выполнения монтажных работ.

Помимо этого, считаю, что инженерным центрам судоремонтных предприятий необходимо провести обезличенное (без привязки к конкретному судну) согласование замены наиболее часто используемой номенклатуры иностранного оборудования или отечественного, снятого с производства, на актуальное и имеющиеся в продаже. Это уменьшит количество внутризаводской переписки, ускорит получение материалов, а также упростит сдачу оборудования после ремонта.

Закупка ЗИП

Как было сказано выше, проблема с получением основных материалов стоит очень остро.

Предприятия выпускающие судовое оборудование, расположены, как правило в западных регионах страны, что увеличивает сроки поставки комплектующих для регионов Дальнего востока.

Срок ожидания основных комплектующих, без которых невозможно выполнить средний ремонт изделия, составляет от 3 месяцев до года. Приводит это к тому, что изделие, доставленное для ремонта в цех, после проведения рабочей дефектации и подачи заявки в отдел материально технического снабжения (ОМТС), длительное время лежит мёртвым грузом, занимая площадь.

ОМТС заказывает материалы на основании цеховых заявок небольшими партиями, а иногда поштучно.

Для уменьшения сроков получения цехом основных материалов необходимо создавать на предприятии запас наиболее часто востребованных материалов с большим сроком хранения, так как это делалось раньше в советское время.

Заказ основных запасных частей должен производиться централизовано и большими партиями, исходя из запланированных заводом работ в течении года. Если в ПСОР включен ремонт электродвигателей отечественного производства, то согласно каталогам, можно определить тип установленных в них подшипников и выполнить заказ заранее, не дожидаясь их демонтажа. Если ремонту подлежат пускатели известных типов, то можно заранее заказать определенное количество одиночных комплектов ЗИП и для них. Что касается ремонта систем автоматики, то материалы для них можно предварительно заказывать на основании технических условий, а также используя предыдущий опыт, если цех ранее выполнял подобные работы.

Для импортного коммутационного оборудования (пускателей, кнопочных постов и т.д.) запасные части лучше совсем не заказывать, списывать все изделие на основании истечения срока службы – 25 лет, а вместо него сразу заказывать отечественные аналоги. Это значительно бы ускорило время сдачи работы.

Считаю нужным отметить, что в настоящий момент уже ведутся работы по созданию на складах запасов кабелей наиболее востребованных сечений и основных подшипников. Если подобная практика распространится и на другие позиции, то это позволит существенно сократить сроки поставки материалов, а значит и сроки ремонта оборудования.

Кадровый вопрос

Колоссальное снижение объемов нового судостроения и ремонта на фоне кризисных явлений 90х и начала 2000х годов привела к уходу из отрасли многих опытных специалистов. Особенно сильно это отразилось на инженерах-конструкторах.

В 2000 годах перестало существовать «Приморское ЦКБ» - куница конструкторских кадров, и многие судоремонтные заводы. Поэтому рассчитывать на приход опытных специалистов со стороны не приходится, и нужно готовить их на предприятии самостоятельно. Конструкторское обеспечение ослабело, и высококвалифицированным рабочим приходится решать многие производственные вопросы самостоятельно, зачастую лично принимать технические решения, которые затем официально оформляются конструкторами в чертежах, а не наоборот, как это должно быть.

В производственных бригадах также имеются проблемы с подготовкой кадров. Рассмотрим их на примере одной из бригад участка по ремонту средств автоматики одного судоремонтного завода, которая выполняет работы по ремонту наиболее сложных электрических систем. Списочный состав бригады приведен в таблице 1.

Средний возраст рабочих составляет 53 года, а возраст бригадира, наиболее квалифицированного специалиста, решающего большинство технических вопросов - 68 лет. Других же специалистов, равных ему по уровню знаний, просто нет. Уход на пенсию бригадира на фоне ослабления инженерного корпуса может привести к коллапсу производства. Чтобы этого избежать, необходимо как можно скорее привлечь на предприятие молодые кадры, организовать их обучение на местах, и главное - заинтересовать их материально, чтобы они не сменили место работы после получения опыта.

Таблица 1

Списочный состав рабочих бригады по ремонту автоматики

п/н	Ф.И.О.*	Должность	Разряд	Возраст
1	Ярофеев А. В.	электромонтажник судовой	5	45
2	Толмачов И. В.		4	53
3	Попов В. М.		5	61
4	Долгих В. Н.		5	55
5	Красин А. Г.		5	52
6	Иванов В. П.		5	64
7	Дворный С. В.		4	49
8	Талбухин А. А.		4	35
9	Усачёв В. И. (бригадир)		6	68
10	Шевченко В. Г.		5	59
11	Усачёв Е. В.		5	39
12	Писарев Н. И.		5	51
13	Толстов Ю.И.		4	58
14	Медведев И. А.		5	62
15	Печалин М. И.		3	29
16	Печалин И. Л.		5	63
Средний возраст				≈53

* *здесь и далее фамилии изменены для защиты персональных данных.*

К сожалению, существующая сдельно-премиальная система оплаты труда производственных рабочих, а также подход к составлению производственного плана не позволяют это сделать. Дело в том, что производственный план рассчитывается, исходя из штатной численности производственных рабочих, в то время как фактически на работу в течение месяца их выходит меньше, ввиду отпусков и болезней.

Например, в расчётный месяц на участок ремонта средств автоматики, согласно плану, предусматривалось выработка в 9770 нормо-часов (н/ч). Разбивка плана по мастерам приведена в таблице 2.

Таблица 2

Разбивка плана по мастерам электротехнического цеха

Должность, фамилия	Численность рабочих		Отработка, н/ч	План, н/ч	Переработка, %
	расчетная	выход			
мастер Упрямов	14	11,5	1932	3065	159
мастер Глухенько	14	10,2	1720	3260	189
мастер Извозчиков	16	14	2300	3445	150
Итого:				9770	

Как видно из таблицы, для того чтобы выполнить план, один рабочий должен выдать переработку от 150-189%.

Увеличение числа рабочих за счет молодых кадров в текущей ситуации приведет к тому, что производственный план на участок будет ещё больше увеличен, а молодые рабочие не покроют эту прибавку. Возрастут потери времени на обучение и устранение брака. Последуют лишения премии за невыполнение плана. Все это делает прием в бригады молодых рабочих экономически нецелесообразным, однако, это необходимо, иначе завод в обозримом будущем может утратить способность ремонтировать судовую автоматику своими силами и будет вынужден отдавать эти дорогостоящие работы контрагентам.

Для того, чтобы повысить заинтересованность производственных бригад в приеме рабочих, нужно пересмотреть вопрос с оплатой труда. Предлагаю экономистам судоремонтных предприятий рассмотреть три подхода к решению данного вопроса:

1. Проработать возможность введения снижающих коэффициентов на норму плана для бригад, в которых трудится много молодых рабочих, при снижении среднего возраста бригады, например, до 40 лет, и увеличение премии для таких бригад, чтобы материально мотивировать их брать к себе молодых.

2. При приеме на работу рабочих младше определенного возраста (например, до 22 лет), не учитывать их в составлении плана до тех пор, пока они не отработают на предприятии от 6 до 12 месяцев, и не получат опыт.

3. Просчитать возможность введения повременно-премиальной системы оплаты труда для рабочих электротехнического цеха, занятых ремонтом автоматики, при которой рабочие имели бы гарантированный оклад в зависимости от разрядов с градированной премиальной частью, зависящей от выполненной работы. Этот способ в отличии от вышеизложенных смог бы ликвидировать сильную неравномерность в размере ежемесячной зарплаты из-за нестабильности загрузки цеха, а также из-за сложности определения трудоемкости работ по ремонту автоматики.

Проблема кадров не решается приемкой на работу двух-трех человек. Как правило, из десяти человек, принятых на работу, больших успехов в профессии добивается 1-2, т.к. не каждому дано дорасти до бригадира. Поэтому прием на работу молодого пополнения должен производиться массово, часть из них в все равно отсеется, зато оставшиеся смогут принести пользу предприятию.

Чтобы не брать людей с улицы, следует наладить контакты с профильными средне-специальными учебными заведениями, чтобы их студенты проходили ежегодную летнюю практику на судоремонтных предприятиях, начиная с первого курса. Это позволит мастерам присмотреться к будущим электромонтажникам и отобрать наиболее перспективных для последующего трудоустройства на заводе.

Стоит отметить, что дефицит кадров в судостроении – это общероссийская проблема. В регионах страны, включая Северо-Запад, в среднем на одно предложение о работе приходится два резюме, при норме в 5−6 резюме на вакансию. Это является серьёзным маркером нехватки рабочей силы в отрасли [3]. Поэтому необходимо увеличивать контрольные цифры приема на судостроительные и судоремонтные специальности, имеющие профиль электрооборудование и автоматика судов, как в средние специальные, так и в высшие учебные заведения.

Литература

1. ГОСТ Р 57692-2017. Система технического обслуживания и ремонта судов. Термины и определения.

2. ГОСТ 18322-2016. Система технического обслуживания и ремонта техники

3. Обзор рынка труда в сфере судостроения: итоги первого квартала 2021 года [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://hh.ru/article/28489 (Дата обращения: 29.01.2022)

ORGANIZATIONAL AND PERSONNEL PROBLEMS OF SHIP REPAIR ENTERPRISES

[1,2]I.E. Kriva, [2]K.V. Chupina
[1]LLC «Far eastern project institute «Vostokproektverf»
[2]FSAEI HE «FEFU»
Vladivostok, Russian Federation

Abstract. *The article discusses the organizational and technical problems faced by the production workshops of ship repair enterprises when fulfilling orders. The ways of their solution are proposed. The problem of the lack of young personnel in working specialties is considered separately, the analysis of the list number of the production site is carried out, methods of rejuvenation of labor collectives are proposed.*

Keywords: *ship repair, spare parts, shortage of personnel, retrofit, technical preparation of production*

Об авторах

Крива Иван Евгеньевич (Владивосток, Россия) – главный специалист, ООО «ДПИ «Востокпроектверфь», студент (магистратура) кафедры судовой энергетики и автоматики, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», e-mail: konstr2k@mail.ru.

Чупина Кира Владимировна (Владивосток, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры судовой энергетики и автоматики, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», e-mail: chupina.kv@dvfu.ru.

УДК 629.4.01
А.П. Лукьянов, В.В. Гаврилова;
ПИЖТ УрГУПС,
Пермь, Российская Федерация

ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ РОССИЙСКИХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Аннотация. В статье описывается непростая ситуация с подвижным составом железных дорог в РФ. Рассматриваются типы локомотивов прошлого и настоящего.

Ключевые слова: подвижной состав, железнодорожный транспорт, паровозы, тепловозы, электровозы, локомотивы.

Во все времена и у всех народов транспорт играл важную роль. Особенное значение для России имеет железнодорожный транспорт. Именно железные дороги связали когда-то части Российской империи в единый хозяйственный организм. Именно транспорт железных дорог сумел преодолеть неблагоприятные климатические и географические условия для организации экономического пространства. Сегодня существование нашего государства немыслимо без мощного железнодорожного транспорта.

Современная Россия пошла по европейскому пути. С 2003 года в нашей стране проводится структурная реформа железнодорожного транспорта, создано ОАО «Российские железные дороги» [5].

Чтобы завоевать утраченные транспортные рынки, железные дороги проводят крупные работы по внедрению современных технологий и совершенствованию транспортных средств. Чтобы завоевать утраченные транспортные рынки, железные дороги проводят крупные работы по внедрению современных технологий и совершенствованию транспортных средств. Железнодорожный транспорт впитывает последние достижения научно-технического прогресса – лазерная техника, спутниковая связь, компьютерные системы и принципиально новые материалы [2].

В 1990-2000-х гг. в стране была не самая простая экономическая ситуация. Сложности не миновали и железную дорогу. Может быть, железной дороге повезло немного больше, чем другим транспортным отраслям, потому что она не подверглась процессу приватизации, осталась государственной структурой. В период преобразований новый подвижной состав не строили и не появлялись новинки. Так к концу нулевых гг. подвижной состав был изношен, запчастей не хватало. Было много нарушений техники безопасности, а из-за этого были частые поломки и сходы. На фоне аварий клиенты переставали пользоваться услугами железной дороги.

Актуальность темы заключается в том, что в настоящее время для России, как для самой большой по площади страны мира железнодорожный транспорт играет огромную и очень важную роль и является одним из самых необходимых видов транспорта, требующий особого внимания. Нужны локомотивы и вагоны, имеющие не только более высокую грузоподъемность, скорость, но и экономичные по потреблению электроэнергии и дизельного топлива.

Современная российская экономика существенно отстает по технической оснащённости своей транспортной системы от высокоразвитых экономик. Это хорошо просматривается на примере железнодорожного транспорта. Его подвиж-

ной состав имеет высокую степень износа, превышающую 60% [4]. Вместе с этим, он является и морально устаревшим.

Первыми движущимися единицами на железной дороге стали паровозы. Для работы паровозам нужна была вода и горючее. В качестве горючего чаще всего использовали уголь или нефть. Принцип работы паровоза очень прост. В топке с огнём проходили тонкие прутки, внутри которых была вода. Вода вскипала и переходила в другое агрегатное состояние – пар. Давление пара поднималось, и пар толкал поршни, которые вращали колёсные пары. В России в основном было три типа паровозов: грузовые, пассажирские, маневровые. В 1956 году был построен последний паровоз на Коломенском заводе. В последние годы паровозостроения начали активно использовать тепловозную и электрическую тягу.

Использовать паровозы со временем стало не выгодно и не целесообразно. Паровоз без дозаправки мог проехать 100-120 км. КПД паровоза был очень низок в районе 12-14%. Паровоз не мог проходить кривые малого радиуса. Нагрузка паровоза на путь была велика. С каждым годом количество грузов и пассажиров росло, а паровозы много не могли перевезти.

Паровозы используются сегодня только для ретро поездок.

Тепловозы – это автономный локомотив с двигателем внутреннего сгорания (чаще всего дизельным), энергия которого через силовую передачу (электрическую, механическую, гидравлическую) передаётся на колёсные пары. Чаще всего используют электрическую передачу, вал дизеля крутит вал генератора, который вырабатывает электричество для электродвигателей колёсных пар. Механическая передача используется только в узкоколейных тепловозах, например на локомотивах детской железной дороги.

Электровозы – это неавтономный железнодорожный локомотив, использующий для тяги электродвигатели, и потребляющий электроэнергию из внешней сети (контактный провод). В зависимости от рода используемого тока различают электровозы постоянного тока и электровозы переменного тока. Есть так же электровозы двойного питания – постоянным и переменным током. На российских железных дорогах всё чаще начинают заменять старые, повидавшие жизнь локомотивы на новый подвижной состав. Новейшие локомотивы имеют массу плюсов и «детские болячки».

На тепловозы устанавливают экономичные и экологические двигатели внутреннего сгорания. И недавно начали использовать газотурбовозы.

Электровозы в России используют двух типов тока постоянный (более старый) и переменный. Из электрифицированных участков постоянного тока выжимают последние капли. Сложность повышения и снижения напряжения, то есть преобразования электроэнергии постоянного тока [1]. В первую очередь это вызвано сложность конструкций преобразователей. Поскольку необходимы мощные полупроводниковые ключи, рассчитанные на высокое напряжение. Отсутствие ключей приводит к большому числу последовательно и параллельно соединенных полупроводниковых приборов. В результате снижается надёжность всего преобразователя, увеличивается стоимость и возрастают потери мощности. Электрические машины имеют более сложную конструкцию, поэтому менее надежны и более затратные, как в производстве, так и в эксплуатации. Сложности в развязке высокого и низкого напряжений. Для контактного провода требуются два провода.

Электровозы переменного тока имеют массу плюсов. Подстанции, питающие контактную сеть размещать можно на более длинном расстоянии. Главное преимущество электрической энергии постоянного тока – это отсутствие реактивной мощности. А это значит, что вся мощность, выработанная генератором, потребляется нагрузкой за вычетом потерь в проводах. Постоянный ток в отличие от переменного протекает по всему сечению проводника.

Где и какие локомотивы изготавливают?

Коломенский завод изготавливает магистральные пассажирские тепловозы.

Брянский машиностроительный завод изготавливает маневровые и магистральные грузовые тепловозы.

Уральские локомотивы изготавливают магистральные грузопассажирские локомотивы постоянного тока. Не так давно, в октябре 2020 г. на заводе «Уральские локомотивы» в Верхней Пышме был дан старт строительству производственного комплекса для высокоскоростных поездов. Соглашение между ОАО «РЖД», АО «Группа Синара», ООО «Уральские локомотивы» и компанией «Сименс Мобильность» предполагает строительство в России производственного комплекса для выпуска высокоскоростных электропоездов, которые будут эксплуатироваться на высокоскоростных магистралях (ВСМ) с конструкционной скоростью до 360 км/ч [3].

Новочеркаский электровозостроительный завод изготавливает магистральные грузопассажирские локомотивы переменного тока. Камбарский машиностроительный завод изготавливает узкоколейные тепловозы для детских железных дорог.

Таким образом, в России сохранились производственные площадки для выпуска подвижного состава. Необходимо проводить соответствующую модернизацию, и даже замену оборудования, чтобы выпускать современные модели поездов.

Литература

1. Забарило Д. Постоянный и переменный ток: преимущества и недостатки [Электронный ресурс]. - Режим доступа: //https://diodov.net/postoyannyj-i-peremennyj-tok-preimushhestva-i-nedostatki/#:~:text=Недостатки%20постоянного%20тока.%20Из%20выше,и%20параллельно%20соединенных%20полупроводниковых%20приборов (Дата обращения: 28.03.2022).

2. Мировой железнодорожный транспорт на современном этапе [Электронный ресурс]. - Режим доступа: //https://helpiks.org/9-62669.html (Дата обращения: 28.03.2022).

3. На заводе Уральские локомотивы дан старт строительству производственного комплекса для высокоскоростных поездов //РЖД-Партнёр.Ру [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/news/na-zavode-uralskie-lokomotivy-dan-start-stroitelstvu-proizvodstvennogo-kompleksa-dlya-vysokoskorostn/ (Дата обращения: 28.03.2022).

4. Орлов В. Железнодорожный транспорт в системе общественного воспроизводства // Экономист, № 8, 2009.

5. Фомина М., Шурчков А. Железнодорожный транспорт России [Электронный ресурс]. - Режим доступа: //https://nsportal.ru/ap/library/drugoe/2019/11/06/issledovatelskaya-rabota-zheleznodorozhnyy-transport-rossii (Дата обращения: 28.03.2022).

ROLLING STOCK OF RUSSIAN RAILWAYS

A.P. Lukyanov, V.V. Gavrilova
PIRT USURT
Perm, Russian Federation

Abstract*. The article describes the difficult situation with the rolling stock of railways in the Russian Federation. The types of locomotives of the past and present are considered.*

Keywords: *rolling stock, railway transport, steam locomotives, diesel locomotives, electric locomotives.*

Об авторах

Лукьянов Алексей Павлович (Пермь, Россия) – студент (специалитет) СП ВО, пути сообщения, Пермский институт железнодорожного транспорта - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения» в г. Перми, e-mail Alexey18092003@mail.ru

Гаврилова Валерия Васильевна (Пермь, Россия) – кандидат философских наук, доцент СП ВО Пермский институт железнодорожного транспорта - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения» в г. Перми, e-mail valeri108@yandex.ru

УДК 656.2
М.А. Михайлов, В.В. Гаврилова;
ПИЖТ УрГУПС,
Пермь, Российская Федерация

ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ НА УРАЛЕ: ЕГО ПРЕИМУЩЕСТВА

Аннотация. Статья посвящена проблемам внедрения ВСМ, в том числе на Урале.

Ключевые слова: ВСМ, транспортная система Урала, ВСМ Екатеринбург – Челябинск.

Одним из основных видов транспортной системы Урала является железнодорожный транспорт, играющий огромную роль в хозяйственной жизни региона. Из восточных районов Урал получает сырье и топливо, а поставляет туда продукцию обрабатывающих отраслей. С европейскими районами осуществляется преимущественно обмен готовыми изделиями и конструкционными материалами, при этом вывоз превышает объем ввоза. Железнодорожный транспорт на Урале лидирует в перевозках пассажиров и грузов.

Одним из главных инновационных явлений на железнодорожном транспорте в последние полвека, удовлетворяющих указанным целям, стали высокоскоростные железнодорожные магистрали (ВСМ) [2, 3]. Высокоскоростные железные дороги обеспечивают скорость, надёжность, безопасность и экономичность при перевозке грузов и пассажиров. Определение направлений совершенствования производства и маркетинга имеет большое значение для оптимизации эксплуатационных показателей и производительности труда [9]. Основной причиной строительства высокоскоростных железных дорог связана с перераспределением объёма пассажирских перевозок на железнодорожный транспорт [4].

Руководители ОАО «РЖД» и правительство принимают решения о развитии высокоскоростных железнодорожных систем, исходя из ожидаемого будущего спроса на высокоскоростные перевозки и социальных выгод для страны. Согласно «Стратегии развития железнодорожного транспорта РФ до 2030 года», планируется создать свыше 50 маршрутов, суммарная длина которых составит более 7 тыс. км. Нужно отметить, что планируемые технические характеристики высокоскоростных железнодорожных линий в России отличаются от зарубежных аналогов, а себестоимость поездов и инфраструктуры намного выше. Причинами

таких расхождений можно назвать низкую плотность населения российских городов; трудность перехода на общественный транспорт, который спроектирован под нужды автомобилей, а не железнодорожных вокзалов; относительно небольшие расстояния между городами в центральной части России, которые легче обслуживать автомобильным транспортом [3].

Сегодня реализацией проектов, связанных с созданием высокоскоростного железнодорожного сообщения занимается дочерняя компания ОАО «РЖД» – АО «Скоростные магистрали». Согласно «Программе организации скоростного и высокоскоростного железнодорожного сообщения РФ на перспективу до 2030 года», подразумевается реализация проектов: ВСЖМ-1 Москва – Санкт-Петербург; ВСМ-2 Москва – Казань – Екатеринбург; ВСМ «Центр – Юг» Москва – Адлер [8].

В исследованиях по данной теме принимают участие молодые учёные УрГУПС. В частности, рассматривалось и строительство высокоскоростной магистрали Екатеринбург – Челябинск [1]. Магистраль проектируется как комплекс зданий и сооружений, включающий в себя инфраструктуру железнодорожного пути, электроснабжения, автоматики и телемеханики, связи, станционные здания, сооружения и устройства, а также подвижной состав. Протяженность линии новой ВСМ и сопутствующей инфраструктуры в границах объекта концессионного соглашения составляет 209,7 км. Также потребуется реконструкция 6,4 км путей и сопутствующей инфраструктуры Свердловской железной дороги и 2,2 км путей и инфраструктуры Южно-Уральской железной дороги. Начальной точкой магистрали должна стать станция Екатеринбург-Пассажирский Свердловской железной дороги. Конечной точкой трассы будет станция Челябинск-Главный. Проектируемая железнодорожная магистраль предназначена для обращения пассажирских высокоскоростных поездов с эксплуатационными скоростями до 300 км/ч (расчётная конструкционная скорость инфраструктуры – до 350 км/ч), а также ускоренных региональных поездов с эксплуатационными скоростями 160 км/ч и транзитных высокоскоростных пассажирских и контейнерных поездов, включая корреспонденции в рамках проекта ВСМ «Евразия». Результаты прогнозируемых размеров движения приведены в отчете «Разработка прогноза перспективного пассажиропотока проекта создания Уральской высокоскоростной железнодорожной магистрали Челябинск – Екатеринбург. Этапы 1, 2 и 3» [5]. В расчётах учитываются электропоезда типа «Сапсан» в комплектации 10 вагонов (528 человек) и 5 вагонов (264 человека), а также электропоезда типа «Ласточка» в составе 5 вагонов (340 человек).

Размеры движения высокоскоростных поездов составят от 4 до 10 пар в сутки, региональных ускоренных поездов – от 2 до 6 пар в сутки. При проведении в Екатеринбурге Универсиады-2023 и других международных мероприятий предполагается увеличение пассажиропотока в два раза. В 2020 г., согласно «Программе организации скоростного и высокоскоростного железнодорожного сообщения РФ на перспективу до 2030 года», произведен запуск скоростного сообщения по маршруту Екатеринбург – Нижний Тагил по существующей инфраструктуре ОАО «РЖД», прошедшей глубокую модернизацию.

Для организации скоростного движения между Челябинском и Нижним

Тагилом потребуется расшивка «узкого» места на участке от ст. Екатеринбург – Пассажирский до ст. Шарташ, после примыкания высокоскоростной магистрали к путям общего пользования. В 2025 г., согласно указанной программе, планируется ввод в эксплуатацию скоростной магистрали Екатеринбург – Тюмень, целевое время в пути на которой составит 2 часа. Таким образом, в 2025 г. станет возможной организация сквозного сообщения между Челябинском и Тюменью. Если связать проект Уральской высокоскоростной магистрали и ВСМ-2, это позволит организовать беспересадочное сообщение ночными поездами по маршруту Москва – Челябинск, что радикально изменит транспортно-географическое положение Уральского региона. Помимо создания единой Уральской конурбации, включающей в себя такие крупные города, как Екатеринбург, Нижний Тагил, Челябинск и Тюмень, произойдет формирование опорного каркаса высокоскоростной железнодорожной инфраструктуры, крупнейшие города Урала будут связаны высокоскоростным сообщением с Центральной Россией.

Сегодня необходимо задумываться и об экономии энергии [7]. Высокоскоростные магистрали, работают на электрической тяге, не потребляют углеводородное сырье, практически отсутствуют вредные выбросы в атмосферу. Также минимизация энергетических затрат достигается за счёт повышения скорости движения транспортных средств. Если рассмотреть рисунок 1 [7], видно, что перевозка одного пассажира на 1 км по себестоимости обычно равняется стоимости транспортировки одной тонны груза, а высокоскоростные линии всегда электрифицированы, приведенная статистика однозначно показывает преимущество ВСМ в потреблении энергии. Удельный расход энергии на различных видах транспорта: 1 – автомобили малой грузоподъемности; 2 – газопроводы; 3 – автомобили средней грузоподъемности; 4 – автомобили большой грузоподъемности; 5 – речной транспорт; 6 – морской транспорт; 7 – железнодорожный транспорт при тепловозной тяге; 8 – нефтепроводы; 9 – железнодорожный транспорт при электрической тяге.

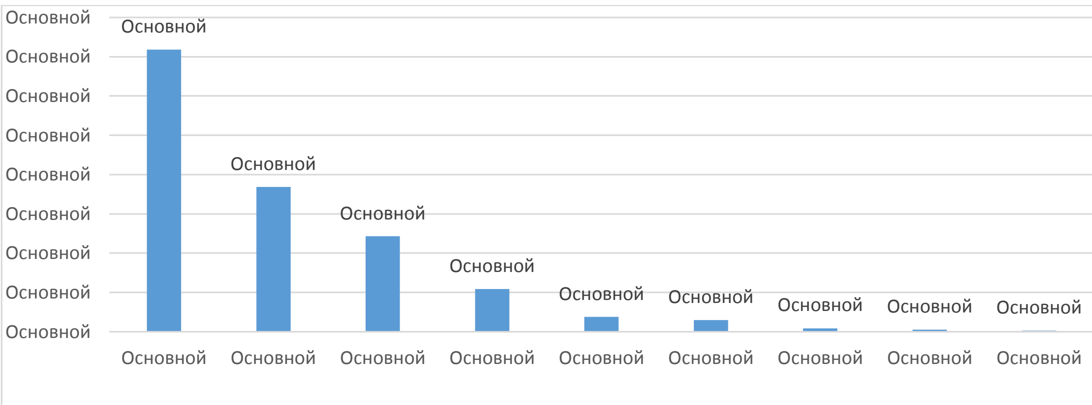


Рисунок 1. Расход энергии по видам транспорта

Если принять энергетические затраты традиционного железнодорожного транспорта за единицу, то удельные энергетические затраты (УЭЗ) на один пассажиро-километр в условных единицах по видам транспорта будут представлены следующими показателями.

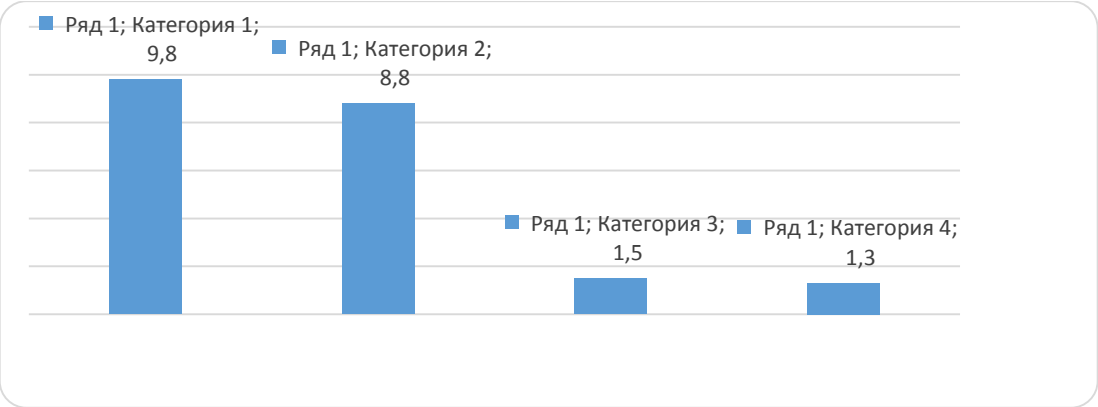


Рисунок 2. Удельные энергетические затраты по видам транспорта [7]

Удельные энергетические затраты на различных видах транспорта: 1 – самолеты; 2 – легковые автомобили; 3 – междугородние автобусы; 4 – скоростные железные дороги.

Насколько проект возможно реализовать в современных условиях? Высокоскоростной магистрали (ВСМ) Челябинск – Екатеринбург не оказалось в комплексном плане модернизации магистральной инфраструктуры в России, который планируют выполнить до 2024 года. Это значит, что федерального финансирования не будет.

В октябре 2020 г. на заводе «Уральские локомотивы» в Верхней Пышме был дан старт строительству производственного комплекса для высокоскоростных поездов. Соглашение между ОАО «РЖД», АО «Группа Синара», ООО «Уральские локомотивы» и компанией «Сименс Мобильность» предполагает строительство в России производственного комплекса для выпуска высокоскоростных электропоездов, которые будут эксплуатироваться на высокоскоростных магистралях (ВСМ) с конструкционной скоростью до 360 км/ч.

Летом 2021 г. власти Челябинской области объявили о ликвидации хозяйственного партнерства «Уральская скоростная магистраль», которое должно был продвигать строительство ВСМ между Челябинском и Екатеринбургом, в связи со сложной экономической ситуацией.

Алексей Колин, начальник Научно-образовательного центра «Независимые комплексные транспортные исследования» Института управления и информационных технологий Российского университета транспорта (МИИТ) отметил в интервью, что «В обществе до сих пор нет чёткого понимания, зачем нужны высокоскоростные магистрали. «Сапсан» создаёт иллюзию того, что у нас есть высокоскоростное сообщение. На самом деле, это не специализированная линия. … Нет потенциала для дальнейшего развития перевозок, нанесён ущерб пригородным перевозкам. … в 2000-е годы была совершена стратегическая ошибка – отказ от высокоскоростных магистралей в пользу модернизации существующих линий. В результате, до сих пор в России нет хорошего примера, на который мы могли бы ссылаться. Кооперация с Германией в части Сапсана поставила крест на отечественном строительстве высокоскоростных магистралей».

Таким образом, принимая решение о строительстве высокоскоростных магистралей, чаще руководствуются показателями дешевизны того или иного проекта. Скорее нужно рассматривать окупаемость проекта. Окупаемость проекта

ВСМ Екатеринбург – Челябинск находится под вопросом, т.к. существующие здесь агломерации не очень населены. Нужно 5 млн. человек, а не 1,2 млн. человек, как сейчас. Проект, безусловно, современный, перспективный, но финансово не подкреплён ничем. Нет понимания окупаемости проекта, финансирования проекта, стратегии развития проекта.

В исследовании об экономических оценках ВСМ в России даны примерные оценки эффективности строительства и эксплуатации ВСМ [6]. На наш взгляд, в проекте высокоскоростного движения на Урале не хватало именно чёткого экономического обоснования.

Литература

1. Выскребенцев И.С. Перспективы развития высококоростных железнодорожных магистралей Уральского региона//Инновационный транспорт, №4 (38), 2020, с. 21-25 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.usurt.ru/uploads/main/09e/5fec1adba3a37/Innotrans_04(38)_2020_web2.pdf (Дата обращения: 25.01.2022).
2. Киселёв И.П. Развитие высокоскоростного железнодорожного движения в России и СССР (середина XIX – XX вв.): Автореф. дис. д.ю.н. СПб, 2011 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://viewer.rusneb.ru/ru/000200_000018_RU_NLR_bibl_1930967?page=3&rotate=0&theme=white (Дата обращения: 25.01.2022).
3. Лапидус Б.М., Лапидус Л.В. Социально-экономические предпосылки развития высокоскоростного железнодорожного сообщения в России // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. — 2014. — № 6. — С. 52–63. — ISSN 0130–0105. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialno-ekonomicheskie-predposylki-razvitiya-vysokoskorostnogo-zheleznodorozhnogo-soobscheniya-v-rossii (Дата обращения: 25.01.2022).
4. Морозова, И.Н. Скоростные железнодорожные магистрали / И. Н. Морозова. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 5 (109). — С. 51-54. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://moluch.ru/archive/109/26370/ (дата обращения: 17.10.2021).
5. Проект создания Уральской высокоскоростной железнодорожной магистрали Челябинск–Екатеринбург. Хозяйственное партнерство «Уральская скоростная магистраль» СРО-П-123–25012010 [Электронный ресурс]. - Режим доступа:http://static.government.ru/media/files/4K0nzTS6xUgzE7UoqSUI8ho6bm1nkss3.pdf , https://gudok.ru/news/infrastructure/?ID=1375687 (Дата обращения: 25.01.2022)
6. Родченко В.А., Зандарашвили В.С. Экономическая оценка развития высокоскоростного железнодорожного сообщения в России // Экономика железных дорог № 3, 2015
7. Сабиров Н.З. Валиев Ш.К. Исследование ресурсосберегающего потенциала высокоскоростных железнодорожных магистралей и систем железнодорожной автоматики и телемеханики //Инновационный транспорт, №1 (39), 2021, с.3-7 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://crt.usurt.ru/uploads/main/09v/6077ddb88e81c/Innotrans_01(39)_2021_web.pdf (Дата обращения: 25.01.2022).
8. Стратегия развития высокоскоростных железнодорожных перевозок ОАО «РЖД». https://company.rzd.ru/ru/9353/page/105104?id=804
9. Фадеева Г.Д. Развитие скоростного железнодорожного транспорта / Г. Д. Фадеева, Л. А. Железняков // Молодой ученый. – 2014. – № 8 (67). – С. 297–298. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://moluch.ru/archive/67/11206/ (Дата обращения: 17.10.2021).

HIGH-SPEED RAIL TRANSPORT IN THE URALS: ITS ADVANTAGES

M.A. Mihailov, V.V. Gavrilova
PIRT USURT
Perm, Russian Federation

Abstract. *The article is devoted to the problems of the introduction of HSR, including in the Urals.*

Keywords*: VSM, Ural transport system, VSM Yekaterinburg - Chelyabinsk*

Об авторах

Михайлов Михаил Алексеевич (Пермь, Россия) – студент (специалитет) СП ВО, Эксплуатация железных дорог, Пермский институт железнодорожного транспорта - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения» в г. Перми, e-mail murina2410@rambler.ru.

Гаврилова Валерия Васильевна (Пермь, Россия) – кандидат философских наук, доцент СП ВО Пермский институт железнодорожного транспорта - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения» в г. Перми, e-mail valeri108@yandex.ru.

УДК 627.352
А.В. Чихачев;
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПЕРЕГРУЗКИ ПЫЛЯЩИХ НАВАЛОЧНЫХ ГРУЗОВ В ПОРТАХ И ТРАНСПОРТНЫХ ТЕРМИНАЛАХ

Аннотация. В статье выполняется анализ проблем и недостатков, существующих технологий перегрузки пылящих навалочных грузов, определяются перспективные направления по их совершенствованию. Особое внимание в статье уделяется анализу экологической составляющей перегрузочного процесса. Предлагается способ совершенствования существующих технологий перегрузки путем внедрения современных типов подъемно-транспортных машин и оборудования.

Ключевые слова: навалочный груз, пылеобразование, технология перегрузки, порт, транспортный терминал, подъемно-транспортная машина, конвейерно-транспортная система, купольный склад, купольное укрытие.

В настоящее время, по причине, в некоторой степени, достаточности развития технических средств и оборудования, применяемого при перегрузке навалочных грузов, происходит «застой» в разработке и внедрении новых типов перегрузочного оборудования и технологий перегрузки. Производители перегрузочного оборудования смогли добиться высоких технических показателей. Производительность современных погрузочных машин для навалочных грузов может достигать 2500-3000 т/ч, что обеспечивает высокую скорость обработки судов в портах. Имеющейся производительности достаточно для экономически эффективной работы ведущих портов мира, при этом существует потенциал ее увеличения. Повышение технических показателей перегрузочных машин стоит рассматривать совместно с развитостью и возможностями грузового флота, так как развитие данных направлений взаимосвязано – обеспечив высокие скорости загрузки судна, возникают потребности в судах, обладающих высокой грузоподъемностью. Принимая во внимание представленное суждение, в ближайшие годы не стоит ожидать больших скачков развития методов перегрузки навалочных грузов в части повышения технических показателей перегрузочных машин и технологических показателей работы портов, так как наблюдается несколько другая тенденция развития в данном направлении.

На сегодняшний день в мире наблюдается тенденция к ужесточению экологических норм, направленных на сохранение чистоты окружающей среды и снижение воздействия вредных факторов на человека. Транспортным компаниям, предприятия и производствам, производителям оборудования требуется разрабатывать принципиально новые технические решения, методы и средства, удовлетворяющие современным экологическим нормам – автомобильный транспорт переходит на электрические двигатели, транспортные суда переходят с нефтяных топлив на сжиженный природный газ, производства устанавливают предельные концентрации вредных веществ, производители внедряют экологически чистые материалы в свою продукцию.

Аналогично ужесточаются экологические нормы при перегрузочных процессах и хранении навалочных грузов, в особенности грузов подверженных пылению. В ближайшие годы, существующие методы перегрузки могут перестать соответствовать экологическим стандартам, поэтому возникнет потребность изменения данных методов и переоборудования перегрузочных комплексов в современные аналоги, способные противодействовать негативному влиянию пыления грузов. Представленные суждения указывают на актуальность данной проблемы в современном мире.

Перегрузка пылящих навалочных грузов приводит к загрязнению окружающей среды (поверхности земли, водных ресурсов) и представляет опасность для здоровья человека, например, при попадании частиц в организм через дыхательные пути, пищевой тракт и кожные покровы. Пылящими грузами являются многие едкие химические грузы, такие как цемент, известь, суперфосфат, селитры, хлорная известь, минеральные удобрения, которые представляют особую опасность для экологии, требуют соблюдения особых требований техники безопасности и необходимых мер против образования пыли при проведении перегрузочных работ.

Проблема распыляемости требует повышенного внимания при разработке методов перегрузки навалочных грузов в портах. В целях анализа представленной проблемы следует рассмотреть существующие ключевые методы перегрузки пылящих навалочных грузов в современных универсальных и специализированных перегрузочных комплексах:

1. Универсальный перегрузочный комплекс. Методы перегрузки и складирования навалочных грузов основаны на применении универсального портального крана, оснащенного грейферным захватом (рис. 1). Вагоны на универсальных терминалах загружают и разгружают портальные краны с грейферами. Зачистка вагонов выполняется вручную – открывают люки и остатки груза лопатами и метелками высыпают на склад. При расположении железнодорожных путей на эстакаде, груз по откосу ссыпают в штабель. Существуют и методы механизированной зачистки вагонов, например, к порталу крана подвешивают зачистную машину со щеткой. Машина по специальному рельсу передвигается поперек портала, включается механизм вращения щетки и ее опускают в вагон. Кран передвигается по путям и тянет за собой вращающуюся щетку, сгребающую груз, который высыпается через открытые люки.

Операции по разгрузке и загрузке судов выполняют портальные краны с грейферами. Груз в подпалубном пространстве судна распределяется бульдозером,

который помещается в трюм судна. Подобный способ имеет существенный недостаток – отсутствие дистанционного управления машины, что связано с нахождением механизатора в сильно запыленной рабочей зоне. Для устранения подобного недостатка были разработаны машины с дистанционным приводом, поэтому рабочие, управляющие ими, могут находиться на верхней палубе, однако, производительность этих машин очень низкая. Зачищают трюмы судов и выгружают груз из шпаций (из пространств между шпангоутами) вручную с помощью лопат и метелок.

Анализируя представленную информацию, можно утверждать, что существенной проблемой методов перегрузки навалочных грузов в универсальных портах является выполнение операций на открытых пространствах порта [7]. В подобных условиях навалочных груз подвержен воздействию внешних условий среды (дождь, снег, ветер и др.), влияние которых трудно контролировать на открытых пространствах, а поместить весь порт в закрытое помещение просто невозможно, как технически, так и с позиции здравого смысла. Вследствие внешних факторов и физико-химических свойств навалочных грузов, в процессе перегрузки груза, перемещения грейфера с грузом и зачистных работах происходит пыление. Частицы груза загрязняют территорию и водные ресурсы порта [2]. В процессе зачистных работ происходит сильное пылеобразование, в том числе в закрытых пространствах вагона или трюма, где зачистка, как правило, выполняется вручную. В этом случае, концентрация частиц груза выше, чем на открытом воздухе, из-за чего люди получают вред здоровью, а перегрузка химически опасных навалочных грузов в таких условиях вовсе недопустима. Все эти факторы являются экологическими – возникает тенденция к наращиванию превосходства экологических показателей относительно технологических [4].

Рисунок 1. Современный портальный кран с грейферным захватом

В настоящее время разработана правовая система норм и правил, определяющая методы перегрузки пылящих навалочных грузов и нормирующая объемы выбросов пыли в атмосферу. На универсальных перегрузочных комплексах были разработаны и продолжают внедряться технологические решения позволяющие понизить степень пыления грузов: складирование грузов выполняется в крытом складе с откидной крышей; грейфер оборудован системой подачи воды на груз с целью его увлажнения перед захватом; открытый склад оборудован системой

орошения для увлажнения штабеля; штабель груза ограждается ветрозащитной конструкцией и другие методы [3].

2. Специализированный перегрузочный комплекс (рис. 2). Вагоны с навалочными грузами в основном разгружают вагоноопрокидывателями в закрытом помещении – станции разгрузки вагонов. При высыпании из вагонов груз попадает в приемные бункеры, над которыми закрепляются воздуховоды системы аспирации [1], которые втягивают образовавшуюся пыль. Из бункера, конвейерно-транспортной системой (КТС) груз передается к передвижным рельсовым штабелеобразователям (стакерами) для складирования или непосредственно на причал к причальным судовым перегрузочным машинам. При перегрузках со склада груз забирается штабелеразборщиками (реклаймерами) и конвейерными линиями транспортируется к судопогрузочным машинам. Однако, при больших объемах хранения грузов, даже на специализированных комплексах груз складируется на открытом воздухе, так как столь габаритные перегрузочные машины невозможно поместить в закрытую конструкцию [5].

Рисунок 2. Специализированный комплекс для перегрузки угля

Суда загружаются специализированной судо-погрузочной машиной оснащенной погрузочным устройством типа «Кливленд Каскад». Устройство представляет собой трубу цилиндрической формы, внутри которой располагается ступенчатая конструкция, замедляющая разгон груза при падении. Конструкция позволяет минимизировать пыление при высыпании груза в трюм.

Разгрузка судна выполняется при помощи судоразгрузчика оснащенного горизонтальным шнековым подгребающим скребком и вертикальным шнековым скребком, поднимающим груз из трюма на стрелу машины, откуда он по системе конвейеров и пересыпных станций подается на склад или непосредственно для загрузки в вагоны.

Производительность труда на специализированных комплексах весьма велика, а интенсивность загрузки судов может достигать 15 тыс. т/ч и более (при разгрузке 5—8 тыс. т/ч). Указанные показатели производительности машин и интенсивности обработки судов не являются техническим пределом и могут быть увеличены с ростом тоннажа судов и укрупнением грузопотоков [8].

Рассматривая представленные положения можно утверждать, что универсальные комплексы по большей мере не предназначены для перегрузки пылящих навалочных грузов, несмотря на их совершенствование современными системами и методами противодействия пылению. Экологические стандарты продолжают ужесточаться, что может привести к полному запрету перегрузки навалочных грузов на открытых пространствах, в результате чего перевалка грузов в универсальных портах станет невозможной.

Специализированные перегрузочные комплексы являются наиболее приспособленными для этих целей, но при этом в них все также допускается пыление грузов. Подобные комплексы более доступны для совершенствования при перспективе ужесточения экологических норм. В результате проведенного анализа можно подтвердить суждение о том, что в настоящее время, совершенствование экологической составляющей превыше развития технологических показателей портов.

В качестве объекта, предлагаемого для совершенствования, следует принять порт, классифицируемый как специализированный комплекс. Выбор связан с тем, что в настоящий момент на подобных портах выполняются основные объемы перевалки всех навалочных грузов, при этом современные технические средства и приспобленность объекта располагают к внедрению методов, способных минимизировать образование пыли в процессе перегрузки пылящих навалочных грузов.

Предлагаемый для внедрения технологический процесс аналогичен применяемому на специализированных перегрузочных комплексах в настоящее время. Отличительной особенностью является применение современных сооружений и типов оборудования способных сделать процесс транспортировки/перегрузки пылящих навалочных грузов, от железнодорожного грузового фронта (из вагона) к морскому грузовому фронту (в судно), обособленным и полностью закрытым от влияния внешних факторов.

Предлагаемая технология перегрузки пылящих навалочных грузов реализуется с помощью применения следующих технических средств:

– вагоны с навалочными грузами разгружаются вагоноопрокидывателями или самотеком в закрытом помещении – станции разгрузки вагонов. При высыпании из вагонов, груз попадает в приемные бункеры, к которым закрепляются воздуховоды системы аспирации, втягивающие образовавшуюся пыль.

– высыпающийся из бункера груз попадает на конвейерно-транспортную систему (КТС) по которой перемещается в купольные склады или прямиком на причал для загрузки в судно. Конвейерно-транспортная система выполняется в закрытом исполнении – конвейеры помещаются в закрытую галерею или конструктивно выполняются со специальным укрытием ленты (рис. 3). При перемещении на конвейерной ленте груз находится в покое и пылеобразования не происходит, если конвейер не подвержен влиянию внешней среды (ветра), поэтому в данному случае выполнение систем аспирации воздуха в конвейерных галереях не требуется.

Рисунок 3. Закрытая конвейерно-транспортная система

– КТС не может быть поворотной, в местах, где требуется изменение направления движения груза или требуется распределение потоков груза (например, одна часть груза отправляется на склад для хранения, другая отправляется на загрузку судна), необходимо устанавливать закрытые пересыпные станции (ПС). В пересыпных станция происходит перегрузка навалочного груза с одного конвейера на другой, который, как правило, располагается на несколько метров ниже в точке пересыпки. В процессе пересыпки происходит пылеобразование, поэтому ПС должны быть оснащены системой аспирации воздуха с расположением воздуховодов в точке падения груза на конвейер (рис. 4).

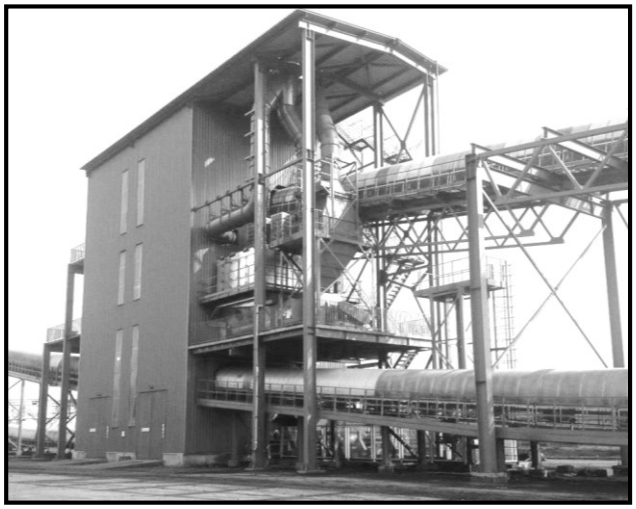


Рисунок 4. Пересыпная станция с системой аспирации

– Технология перегрузки навалочных грузов с применением КТС позволяет выполнять хранение грузов в крытых помещениях. Предложенный метод перегрузки предполагает осуществлять хранение грузов в специальных купольных складах (рис. 5). Подобная конструкция складов имеет множество особенностей выполнения строительства, которые являются преимущественными по отношению к другим типам складов. В части технологической составляющей, конструкция купольных складов позволяет полностью использовать объем сооружения для хранения грузов, а вместимость склада позволяет осуществлять единовременное хранения большой партии груза. С позиции экологической составляющей, купольные склады позволяют полностью исключить нахождение персонала внутри

сооружения при выполнении перегрузочных работ, исключая вредное влияние пыли на здоровье людей. Загрузка и разгрузка склада выполняются самотеком. Загружается груз через верхние люки самотеком и разгружается аналогично, но через нижние люки, в которые ссыпается груз и попадает на подкупольный конвейер для дальнейшей транспортировки груза по конвейерной системе [9].

– Морской грузовой фронт оснащается судопогрузочной машиной (СПМ) с загрузочным устройством типа «Кливленд Каскад», в настоящее время применяемой многими специализированными терминалами. Загрузочное устройство типа «Кливленд Каскад» позволяет минимизировать пылеобразование за счет способности устройства гасить скорость падения груза, но при этом, высыпаемый груз все же подвержен влиянию внешнего фактора (ветру), способному подхватывать частицы груза в открытом трюме и перемещать их на акваторию порта, тем самым загрязняя ее. Метод погрузки груза в трюм судна с применением данного типа устройства будет усовершенствован. Зона погрузки груза укрывается специальным купольным укрытием, выполненным из парашютной ткани (рис. 6). Применение метода позволит полностью исключить выход частиц груза (пыли) за пределы трюма в процессе его загрузки. На сегодняшний день, предлагаемый метод «серийно» не применяется по причине новизны, но при этом, единичные случаи внедрения подобного метода хорошо себя зарекомендовали на практике [6]. Недостатком метода является увеличение времени на подготовительные операции при погрузке судна, что увеличивает время его простоя. Однако, данная особенность устранима высокими производительностями современных погрузочных машин, способных компенсировать время, затраченное на установку устройства в трюм судна.

Рисунок 5. Купольные склады

– Разгрузка судна в предложенном методе выполняется при помощи специализированного судоразгрузчика, оснащенного разгрузочным устройством с горизонтальным шнековым подгребающим скребком и вертикальным шнековым скребком, поднимающим груз из трюма на стрелу машины, откуда он по системе конвейеров и пересыпных станций подается на склад или непосредственно для загрузки вагонов. При этом, аналогично предложенному методу загрузки судна, в данном случае также возможно усовершенствовать метод разгрузки путем внедрения специального купольного укрытия.

Рисунок 6. Судопогрузочная машина с купольным укрытием

Рассматривая представленные положения можно утверждать, что предложенная технология перегрузки пылящих навалочных грузов позволяет:

1. Минимизировать пылеобразование груза в процессе перегрузки;
2. Создать полностью закрытую перегрузочную систему, способную исключить влияние внешних факторов при грузовых работах и загрязнение окружающей среды уносимыми частицами груза;
3. Минимизировать негативное влияния пылящих грузов на здоровье персонала порта.

Предложенный технологический процесс позволяет применять имеющиеся производственные мощности терминала, при необходимости его модернизации под влиянием ужесточения экологических стандартов или при необходимости переоборудования существующего порта в комплекс для перегрузки опасных химических грузов, таких как минеральные удобрения.

Литература

1. Азаров В. Н. Пылеуловители со встречными закрученными потоками: Монография / В. Н. Азаров, Д. В. Азаров. – Волгоград: ВолгГТУ, 2020. – 140 с.
2. Кожевникова О. М Проблемы борьбы с пылью на морских угольных терминалах / О. М. Кожевникова, И. В. Московская, П. Е. Похил // GLOBUS. – 2021. – №5. – С. 16–19.
3. Матвеев Ю. И. Результаты исследований пылеобразования и пылеуноса при перегрузке сыпучих грузов грейферными кранами / Ю. И. Матвеев, Н. С. Отделкин, Е. И. Адамов // Вестник Волжской Государственной Академии водного транспорта. – 2008. – №25. – С. 87–97.
4. Мурадова З. Р. Анализ тенденции и особенностей развития морских портов в Российской Федерации / З. Р. Мурадова, А. Б. Абакарова // Вестник университета. – 2021. – №8. – С. 74–80.
5. Отделкин Н.С. Порт как звено транспортно-логистической цепи и объект отрицательного воздействия на окружающую среду / Н. С. Отделкин, М. С. Отделкин // Вестник Волжской Государственной Академии водного транспорта. – 2006. – №16. – С. 150–163.
6. Пат. 2674637 Российская Федерация, СПК B63B 19/28 (2006.01), СПК B63B 17/02 (2006.01) Укрытие купольное трюма судна / А. В. Почтеннов, С. Л. Белоног, А. В. Шабалин; заяв. и патентообл. ЗАО "Конструкторско-технологическое бюро «Технорос». – №2017140759; заявл. 22.11.2017; опубл. 11.12.2018, Бюл. №35. – 16 с.
7. Сикарев С. Н. Математическая поведения воздушных потоков на территории открытых угольных складов / С. Н. Сикарев, Е. И. Адамов, С. Г. Смирнов // Вестник Волжской Государственной Академии водного транспорта. – 2020. – №62. – С. 20–26.
8. Титенок А. В. Расчет и проектирование устройства для перегрузки и транспортирования насыпных материалов / А. В. Титенок, А. В. Амелин, Е. Н. Каценко // Вестник Брянской Государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – №2. – С. 48–56.
9. Федоров А. В. Купольные склады как альтернатива существующим системам хранения / А. В. Федоров // Химическая техника. – 2018. – №2. – С. 11–13.

IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF TRANSSHIPMENT OF DUSTY BULK CARGO IN PORTS AND TRANSPORT TERMINALS

A.V. Chihachev
FSFBEI HE «Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping»
Saint Petersburg, Russian Federation

Abstract. *The article analyzes the problems and shortcomings of existing technologies for transshipment of dusty bulk cargo, identifies promising areas for their improvement. Special attention is paid in the article to the analysis of the environmental component of the transshipment process. A way to improve existing overload technologies by introducing modern types of lifting and transport machines and equipment is proposed.*

Keywords: *bulk cargo, dust formation, transshipment technology, port, transport terminal, lifting and transport machine, conveyor transport system, dome warehouse, dome shelter.*

Об авторах

Чихачев Александр Викторович (Санкт-Петербург, Россия) – аспирант кафедры технологии эксплуатации и автоматизации работы портов, ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова», e-mail: chixachiov.alex@yandex.ru

УДК 625.08

К.Г. Пугин[1,2], И.Э. Шаякбаров[3;]
[1]Пермский филиал ФГБОУ ВО «ВГУВТ»,
[2]ФГАОУ ВО «ПНИПУ»,
[3]ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,
Пермь, Российская Федерация

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНЫХ МАШИН, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос об обеспечении надежной эксплуатации гидравлических систем дорожной и строительной техники при их работе в условиях Арктической зоны. Выполнено теоретическое обоснование вопроса неравномерного расширения деталей гидравлических систем и проведено математическое моделирование вышеуказанного процесса.

Ключевые слова: гидравлический привод, строительные и дорожные машины, тепловой удар, компьютерное моделирование.

Современная наука не стоит на месте и постоянно развивается. Ученые всего мира разрабатывают всё новые и новые устройства и методы, облегчающие и улучшающие жизнь людей. Данный фактор не обошел стороной и такую область, как эксплуатация машин. Особого внимания заслуживают машины и комплексы, эксплуатируемые в жестких и сложных условиях, например, в экстремально низких температурах. К таким территориям можно отнести Арктическую зону Российской Федерации, Арктику, Антарктиду, где температура окружающей среды может достигать до -70^0 С. И в этих условиях необходимо обеспечить ста-

бильную и постоянную работу техники. Особо остро этот вопрос встает ввиду стратегической задачи, поставленной президентом Российской Федерации, по освоению Арктики и Арктической зоны.

Данный процесс подразумевает под собой колоссальное количество работы, одними из которых являются обустройство инфраструктуры, а значит, большое количество строительных, дорожных, транспортных работ, где будет задействовано большое количество различной строительно-дорожной и подъемно-транспортной техники. Поэтому такие работы требуют обеспечения безотказной работы всей техники не только при её непосредственной эксплуатации, но при хранении и транспортировке [1, 2].

В своём составе строительно-дорожные машины имеют большое количество разнообразных систем, однако ряд систем наиболее чувствительны к низким температурам. К таким система относятся топливная система, гидравлическая система и т.д.

Гидравлическая система - одна из основных систем, которая обеспечивает работу всех рабочих органов машин и комплексов. При выходе из строя системы техника перестает работать, что ведет к финансовым потерям.

Основной причиной, из-за которой появляются проблемы с эксплуатацией системы, это изменения вязкости гидравлического масла. Результатом этого является повышение трения в компонентах гидросистемы, повышение сопротивления в системе. При «зимнем» исполнении техники производители стараются избежать проблем с гидравлической жидкостью путем установки подогревателей в гидравлический бак машины. Но в этом случае подачи подогретой рабочей жидкости к еще ненагретому исполнительному органу (гидроцилиндру, гидромотору и т.д.). происходит неравномерный прогрев элементов из-за того, что детали выполнены из разных материалов, и, соответственно, имеют разные характеристики (например, коэффициенты температурного расширения). Это явление провоцирует повышенный износ деталей, что может привести к выходу из строя агрегата (заклинивание) [3, 4, 5]

Для изучения этого явления необходимо произвести математическое моделирование процесса. При моделировании необходимо ввести ряд упрощений модели:

1. Модель представляет собой две фигур: длинный диск представляет собой поршень, а трубка с тонкими стенками - цилиндр;

2. Температура в элементах распределяется равномерно и симметрично относительно оси;

3. Модели поршня и цилиндра являются сплошными, без отверстий, пустот и т.д.;

4. Не учитывается наличие третьих элементов (например, уплотнительных колец);

5. Температура подаваемой гидравлической жидкости – 70^0 С, температура окружающей среды -40^0 С.

Первым шагом в моделировании является определение всех напряжений, возникающих при нагреве элементов (рис.1).

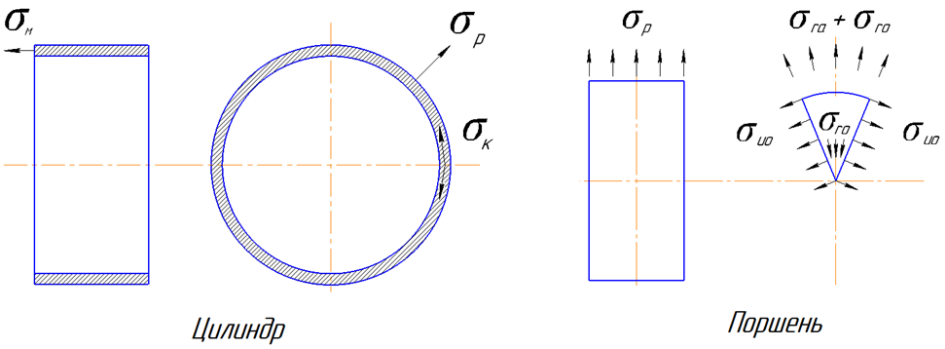


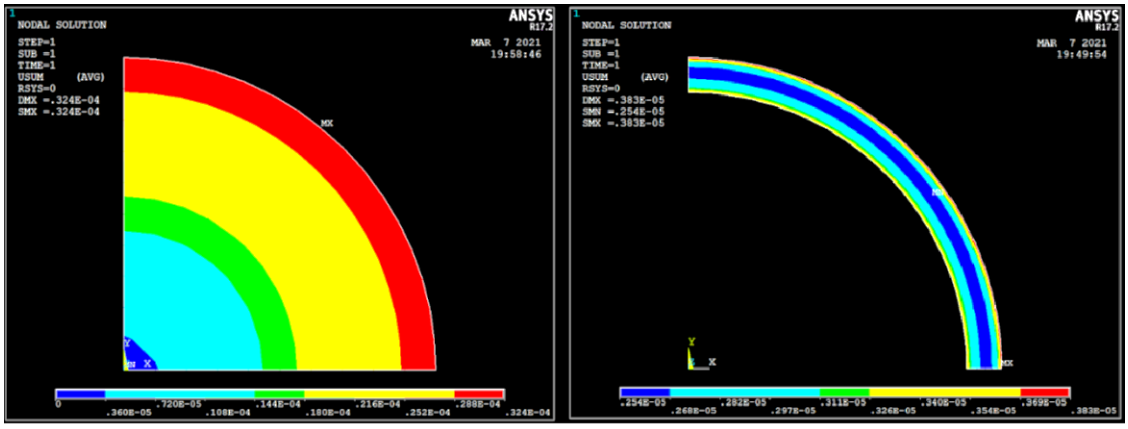
Рисунок 1. Напряжения, возникающие при нагреве поршня и цилиндра: для цилиндра $\sigma_м$ – меридиальное напряжение, $\sigma_к$ – кольцевое напряжение, $\sigma_р$ – радиальное напряжение; для поршня: $\sigma_р$ – радиальное напряжение, σ_{uo} – окружное напряжение, $\sigma_{го}$ – нормальное радиальное напряжение

Основным выражением при моделировании является закон Гука:

$$\frac{d\sigma_r}{dr} + \frac{\sigma_r - \sigma_\theta}{r} = 0$$

Следующий этап – преобразование и математические операции вышеуказанного выражения. При этом выводим выражения для определения напряжений, которые возникают в цилиндре и поршне при нагреве.

Полученные выражения вводятся в программное обеспечение Microsoft Excel, куда помимо уравнений вводятся исходные данные для расчёта: характеристики материалов цилиндра и поршня, температуры окружающей среды и рабочей и т.д. На основании введённых данных, программа производит расчёт и выводит в виде таблиц значений напряжений, появляющиеся при воздействии температур.



1) 2)

Рисунок 2. Распределение температуры в элементах гидроцилиндра в программном обеспечении ANSYS: 1 – поршень, 2 – цилиндр

На основании полученных значений напряжений определяются изменения геометрических размеров поршня и цилиндра: изменение размеров поршень в диаметре составляет 0,032 мм, изменение цилиндра в диаметре составляет -0,003 мм. На основании этих данных можно провести расчёт необходимого теплового зазора в гидроцилиндре между цилиндром и поршнем, который исключает веро-

ятность появления повышенного трения и возможного заклинивания: для этого из диаметра поршня вычесть диметр гильзы, полученные при нагреве вышеуказанных элементов. Тогда при расчёте получаем зазор в 0,029 мм.Также при загрузке полученных данных в программное обеспечение ANSYS возможно визуализировать процессы, которые происходят в гидроцилиндре при их работе в экстремально низких температурах (рис.2).

Подводя итог, можно сделать ряд выводов:

1. Необходимо обращать внимание на процессы хранения, транспортировки и эксплуатации техники в Арктической зоне Российской Федерации, Арктике, Антарктиде, где температура окружающей среды нередко достигает до -70^0 С. При хранении, транспортировке и эксплуатации строительно-дорожных и подъемно-транспортных машин в зонах с экстремально низкими температурами, в гидросистемах высока вероятность изменение геометрических размеров деталей. Это может привести к повышенному износу деталей гидропривода или его заклиниванию.

2. При проведении расчётов в программном обеспечении Microsoft Excel доказано изменение размеров деталей гидропривода на примере гидроцилиндра.

3. При помощи программного обеспечения ANSYS возможно визуализация процессов, которые происходят в гидроцилиндре при их работе в экстремально низких температурах.

4. Эффект неравномерного расширения деталей гидропривода необходимо учитывать на этапах конструирования, внося изменения в конструкции гидравлических узлов. Это позволит повысить надежности гидравлических систем строительно-дорожных машины при эксплуатации строительно-дорожных машин в условиях экстремально низких температур.

Литература

1. Пугин К.Г., Шаякбаров И.Э., Власов Д.В. Тепловой удар в гидравлических системах строительных и дорожных машин, эксплуатируемых в условиях низких температур // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – 2021. – № 1. – С. 16-22.

2. Пираматов У.А., Пугин К.Г. Совершенствование гидропривода строительно-дорожных машин с целью повышения надежности // Химия. Экология. Урбанистика: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (с междунар. участием), г. Пермь, 23-24 апр. 2020 г. Т. 3 / М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2020. - С. 224-228.

3. Пугин К.Г., Власов Д.В., Шаякбаров И.Э. Понятие теплового удара в гидравлических системах строительных и дорожных машин // Химия. Экология. Урбанистика. – 2021. – Т. 2021-3. – С. 214-218.

4. Пугин К.Г. Исследование остывания агрегатов транспортных машин при термостатировании / К. Г. Пугин, И. Э. Шаякбаров // Транспорт: проблемы, цели, перспективы (транспорт 2020): МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Пермь, 15 февраля 2020 года / Под редакцией Е.В. Чабановой. – Пермь: Пермский филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта», 2020. – С. 248-252.

5. Пугин К.Г. Явление теплового удара в гидравлических системах строительных и дорожных машин / К. Г. Пугин, Д. В. Власов, И. Э. Шаякбаров // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. – 2020. – Т. 1. – С. 163-166.

IMPROVING THE RELIABILITY OF HYDRAULIC SYSTEMS OF ROAD CONSTRUCTION MACHINES OPERATED IN THE ARCTIC ZONE

K.G. Pugin[1,2], I.E. Shayakbarov[3]
[1]Perm branch of FSFEI HE «VSUWT»
[2]FSFBEI HE «PNRPU»
[3]FSFEI HE «PSATU»
Perm, Russian Federation

Abstract. *The article considers the issue of ensuring reliable operation of hydraulic systems of road and construction equipment during their operation in the Arctic zone. The theoretical substantiation of the issue of uneven expansion of hydraulic system parts has been carried out and mathematical modeling of the above process has been carried out.*

Keywords: *hydraulic drive, construction and road vehicles, heat stroke, computer modeling.*

Об авторах

Пугин Константин Георгиевич (Пермь, Россия) – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Строительные технологии», ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова»; профессор Пермского филиала ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», e-mail: 123zzz@rambler.ru;

Шаякбаров Ильнур Эльмарович (Пермь, Россия) – ассистент (аспирант) кафедры «Автомобили и технологические машины», ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», e-mail: schayakbaroff.iln@yandex.ru.

АГРОПРОМЫШЛЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 631.95:001.89(476)
Л.А. Веремейчик;
УО «БГТУ»,
Минск, Республика Беларусь

СОВРЕМЕННАЯ НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, НАПРАВЛЕННАЯ НА РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Аннотация. В статье указаны основные причины, вызывающие деградацию земельных ресурсов Республики Беларусь. Представлены факторы антропогенного характера негативного воздействия сельскохозяйственного производства на земельные ресурсы. Проанализированы основные научные исследования, направленные на снижение деградации сельскохозяйственных земель и достижение нулевого прироста разрушения почв, а также обеспечение восстановления трансформированных экологических систем.

Ключевые слова: деградация земель, антропогенная нагрузка, эрозия, мониторинг земельного фонда, почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие, органическое, точное земледелие.

Агропромышленный комплекс является мощным фактором воздействия на окружающую среду, представляет собой крайне чувствительную сферу деятельности к чрезвычайным ситуациям природного, биолого-социального и экологического характера и одновременно сам является источником ситуаций экологического неблагополучия. Основой ресурсной базы развития сельского хозяйства является земельный фонд, который обеспечивает население планеты большей частью продуктов питания и составляет всего 13 % поверхности суши, в то время как на почвах производится 95% продовольствия. В настоящее время в мире площадь пахотных земель под влиянием антропогенного воздействия и стихийных бедствий значительно уменьшилась и составляет всего лишь 2,5 млрд га, каждый год около 7 млн га земель становятся непригодными для земледелия. Деградация земель означает потерю базы для жизнедеятельности и напрямую влияет на 74% бедного населения мира [2].

В качестве основных экологических проблем земледелия следует указать: уменьшение природной растительности в интересах сельского хозяйства, глубокая распашка земель, разрушение структуры, не соблюдение рекомендаций по использованию удобрений и пестицидов, а также эрозия почв. Без преодоления этих проблем невозможно сохранить нормальное функционирование биосферы, поскольку почвенный покров Земли влияет на все ее компоненты, в том числе на экологическую безопасность природных ресурсов, сохранение биоразнообразия, что в конечном итоге не может не отразиться на экологическом благополучии населения.

Также как для мира в целом для условий Республики Беларусь одной из наиболее острых экологических проблем является сохранение плодородия почв. Сельскохозяйственное производство в Республике Беларусь имеет свою специфи-

ку, почвенный покров характеризуется разнообразием, а также высокой степенью освоенности земель, что исторически способствовало формированию аграрной специализации территории. По данным Государственного комитета по имуществу, общая площадь территории Республики Беларусь составляет 207,6 тыс. км^2, большую часть территории занимают лесные земли – 42,7%, на сельскохозяйственные земли приходится 39,9 %, земли под болотами и водными объектами занимают 6%, 11,4% – прочие земли. В целом по стране удельный вес пахотных земель составляет 68,3%, среди луговых земель на улучшенные кормовые угодья приходится 70,1% [6].

Следует отметить, что в последние годы в республике наблюдается тенденция увеличения площади лесных земель за счет снижения площади сельскохозяйственных земель. Статистические данные свидетельствуют, что только в 2020 г. площадь сельскохозяйственных земель в стране уменьшилась на 106,7 тыс. га, площадь пашни снизилась на 53,1 тыс. га по сравнению с 2019 г., при этом площадь лесных земель увеличилась на 51,5 тыс. га. Такие изменения в основном объясняются переводом малопродуктивных деградированных сельскохозяйственных земель под залесение, а также для использования в других несельскохозяйственных целях [6].

Вместе с тем, следует учитывать, что на территории Республики Беларусь преобладают пахотные почвы дерново-подзолистого типа, которые не отличаются высоким естественным плодородием, характеризуются невысоким содержанием гумуса и элементов питания, повышенной кислотностью, имеют неблагоприятные агрофизические свойства: высокий уровень завалуненности, непрочную структуру почвенных агрегатов, плохую аэрацию. В процессе их использования антропогенное преобразование неизменно связано с изменением экологических условий, обусловленных типовыми различиями, пестротой по агрохимическим и агрофизическим показателям, а также изменением гранулометрического состава.

Наиболее опасной экологической проблемой для условий Республики Беларусь является эрозия почв. Развитию эрозионных процессов на территории Беларуси способствовали климатические и почвообразовательные условия, особенности рельефа, характер почвообразующих пород, а также особенно в последние годы интенсивная антропогенная нагрузка на почвенный покров. Установлено, что в республике в более 7,0 % (556,5 тыс. га) сельскохозяйственных земель подвержены водной и ветровой эрозии. Водная эрозия проявляется на 7,1 % пахотных земель, ветровая эрозия (дефляции) – 1,3 %, намытые почвы занимают 1,0 % пашни. Кроме того, к дефляционно-опасным относятся более 41 % пахотных земель, то есть при неправильном использовании такие земли также могут быть подвержены ветровой эрозии. На севере республики, где выражен холмистый рельеф и преобладают почвы связного гранулометрического состава – Белорусское Поозерье и Центральная часть Беларуси, наиболее активно протекают водно-эрозионные процессы. Полесский регион юга республики характеризуется развитием ветровой эрозии, преобладающие там мелиорированные и прилегающие к ним земли плоских водно-ледниковых и древнеаллювиальных равнин, подвержены трансформации, которая обусловлена снижением уровня грунтовых вод, изме-

нением баланса питательных веществ, усилением выноса элементов питания из верхних горизонтов [9].

Эрозионные процессы наносят существенный экономический ущерб, отрицательно сказываются на плодородии почв, приводят к разрушению верхнего наиболее плодородного гумусового слоя и формированию почв с ухудшенными агрохимическими и агрофизическими показателями, уменьшается их биологическая активность, существенно снижается урожайность сельскохозяйственных культур.

С целью оценки производительной способности эродированных почв, выявления уровня снижения урожайности сельскохозяйственных культур проводились исследования на стационарных опытных полях и в производственных условиях. Выявлено, что недоборы урожаев вследствие проявления эрозионных процессов на различных разновидностях дерново-подзолистых почв могут резко колебаться. Так, урожайность пропашных культур, в наибольшей степени реагирующих на проявление эрозионных процессов, может уменьшиться на 20-60%, зерновых и зернобобовых культур – на 12-40%, многолетних трав – на 5-30% [9].

Наиболее важными показателями агрофизических свойств, свидетельствующими об устойчивости почв к эрозии, являются: содержание агрономически ценных агрегатов, коэффициент структурности, содержание водопрочных агрегатов, а также коэффициенты водоустойчивости и водопрочности. Результаты мониторинговых исследований, проведенные в 2020 г., по определению структурного состояния пахотного слоя дерново-подзолистых почв на лессовых и лессовидных суглинках свидетельствуют, что содержание агрономически ценных агрегатов с размером от 0,25 до 10,0 мм было достаточно высокое и составляло 40-82%, что оказалась выше на 4-40% по сравнению с эродированными разновидностями. Отмечено, что условия протекания почвенно-физических процессов в данный период даже в эродированных почвах были вполне удовлетворительные [3].

Определяющим условием стабильности эволюционно-генетических свойств почв, незаменимым компонентом почвенного плодородия является органическое вещество, содержание которого в большой степени способствует повышению устойчивости почвы к внешним воздействиям. Общеизвестно, что основные процессы физической и химической стабилизации почв, заключающиеся в формировании почвенных агрегатов, образовании специфических гумусовых веществ, происходят в результате трансформации органического вещества в почве. В соответствии с этим одним из основных препятствий образования новых почвенных агрегатов, восстановления потерь гумуса, азота и повышения эффективности действия азотных удобрений является недостаточная обеспеченность почвы активным органическим веществом.

В настоящее время средневзвешенное содержание гумуса в пахотных почвах Республики Беларусь составляет 2,23%, балл пашни равен 31,6. С учетом состояния почвенного покрова, степени увлажнения, агрохимических и агрофизических показателей, характеристики рельефа, агротехнического состояния осуществляется почвенно-экологическое районирование и внедрение в сельскохозяйственное производство адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Данные мероприятия позволяют постоянно осуществлять работы, направленные на совер-

шенствование специализации и почвенно-экологического районирования сельскохозяйственных организаций. Полученные в исследованиях результаты используются для разработки последующих схем, позволяющих улучшить экологическое состояние территории республики, в том числе, за счет улучшения качества и значительного повышения эффективности использования органических удобрений [4, 9].

Известно, что эродированные почвы характеризуются снижением микробиологической активности, изменением ферментативной активности. В частности, выявлено, что тесно связанная с содержанием гумуса, характеризующая углеводный обмен в почве, активность инвертазы снижается от 1,51 до 1,32 (в мг глюкозы/на 10 граммов почвы за 4 часа) в зависимости от трансформации почвы от несмытой к сильносмытой. Полученные данные по снижению активности инвертазы можно применять для определения степени смытости почвы при проявлении эрозионных процессов [9].

Рациональное сочетание всех приемов, направленных на борьбу с эрозией почв, особенно таких как, подбор возделываемых культур, использование специальных приемов обработки, способствует тому, что фактический смыв почвенного мелкозема в среднем за ротацию севооборота, будет незначительно превышать предельно допустимый уровень даже на почвах с сильной степенью проявления эрозионных процессов. Возделывание культур сплошного сева (озимых зерновых, рапса, а также многолетних трав) на эродированных почвах в условиях центральной и северной почвенно-экологических провинций приводило к снижению водно-эрозионных процессов до предельно-допустимого уровня (менее 2,0 т/га в год). При этом выявлено, что влажность эродированных дерново-подзолистых почв и запасы общей влаги зависели, в первую очередь, от количества выпавших осадков, затем от степени эродированности почв.

В борьбе с ветровой эрозией для создания ветроустойчивой поверхности почвы и накопления в ней влаги, уменьшения скорости ветра в приземном слое воздуха главенствующую роль играют специальные почвозащитные севообороты, насыщенные посевами многолетних трав и исключающие посевы пропашных культур, а также полосное размещение культур, применение системы безотвальной обработки почвы, лесомелиоративные мероприятия. Применение системы противоэрозионных мероприятий способствует изменению в положительную сторону агрофизических, физико-химических, биохимических параметров подверженных эрозии почв и снижению показателей их эрозионной опасности.

В современном сельскохозяйственном производстве для увеличения урожайности и повышения качества продукции, в том числе на почвах подверженных эрозии, необходимо применение удобрений и средств защиты растений. Однако существуют проблемы равномерного внесения удобрений, что сказывается на пестроте содержания элементов питания в почвах, а также могут возникать опасные уровни загрязнения почвы при чрезмерном использовании минеральных и органических удобрений и применения пестицидов, что увеличивает экологическую опасность загрязнения почвы и оказывает негативное воздействие на другие компоненты окружающей среды.

Своевременный анализ данных о внесении удобрений и применении пестицидов позволяет контролировать их воздействие на окружающую среду. В Республике Беларусь количество используемых в аграрном секторе минеральных удобрений в абсолютном выражении снижается и не представляет какой-либо экологической угрозы. От общей площади сельскохозяйственных земель доля площади, удобренной минеральными удобрениями, в 2020 г. составила 82,5%. За последние пять лет на 1 га пахотных земель внесено 171 кг д. в. минеральных удобрений, для сравнения в 2012 г. было применено 283 кг/га д. в., в 2020 г. – 191 кг д. в. Количество применяемых органических удобрений на пахотных почвах также колеблется по годам, максимальная доза внесения отмечалась в 2014 г. – 10,7 т/га пашни, в 2020 г. эта величина составляла 10,2 т/га при минимальном значении – 9,2 т/га в 2018 г. [6].

Противоэрозионную устойчивость почв невозможно объективно оценить только при помощи какого-то одного критерия, для более точного определения используется интегральный показатель – индекс окультуренности почв, где каждое свойство выражено в относительных величинах и отражает степень соответствия почвы требованиям культурных растений (содержание гумуса, фосфора, подвижного калия, степени кислотности почвы). Индекс окультуренности почв в значительной степени зависит от количества применяемых удобрений. Однако часто избыточное содержание элементов питания, свидетельствует о химической деградации почв, что может также привести к снижению урожайности возделываемых культур. В пределах отдельных объектов наблюдения отмечено значительное ухудшение индекса окультуренности, что объясняется низкими дозами минеральных удобрений, вносимых под сельскохозяйственные культуры особенно в последние годы [3].

Одной из наиболее опасных групп загрязняющих почву веществ являются пестициды. Обоснованность их использования определяется тем, что около 50 % урожая в мире теряется от вредителей, болезней и сорняков, поэтому применение пестицидов способствует увеличению продуктивности сельскохозяйственных культур. В Республике Беларусь уровень применения пестицидов в 2020 г. составил 2,39 кг на 1 га пахотных земель, максимальное их количество - 2,98 кг/га было применено в 2013 г. В качестве экологических опасностей и недостатков, которые возникают при их использовании, следует указать, что они могут распространяться водой и ветром легко на большие расстояния, при вторичной обработке одними и теми же препаратами вредители адаптируются, у них повышается сопротивляемость к их активным веществам, при превышении допустимой дозы внесения, пестициды могут привести к полному вырождению многих популяций.

Принимая во внимание огромное разнообразие используемых пестицидов и сложность их химического определения и наличия остаточных количеств в окружающей среде, целесообразно использовать полученные научные результаты, основанные на данных микробиологических показателей и сопоставлении их с самоочищающей способностью почв от пестицидов и других загрязнителей. В результате исследований установлена тесная положительная корреляционная зависимость между скоростью разложения различных групп пестицидов в различных разновидностях почв и их микробной биомассой, что дает возможность вместо

сложной процедуры химического определения остатков пестицида, измерить содержание микробной биомассы в почве и получить временной интервал почти полного исчезновения пестицида. При этом весьма важным показателем является и биосферная функция почвы как результат взаимодействия природных и антропогенных факторов, среди которых основным параметром является деятельность микроорганизмов. Известно, что сельскохозяйственное использование земель ведет к катастрофическому уменьшению в них микробной биомассы, с целью решения экологических проблем сельскохозяйственного производства необходимо продолжать научное сопровождение деятельности в данном направлении [7].

Современные тенденции интенсивной техногенной нагрузки закономерно вызывают трансформацию минеральной составляющей почв. Установлено, что в условиях усиливающего антропогенного воздействия на почвенный покров, возможно изменение не только динамичных и относительно устойчивых характеристик, но и достаточно консервативных, таких как гранулометрический состав почв, который является одним из главных составляющих почвенного плодородия. Частое применение сельскохозяйственной техники, приводит к изменению агрофизических свойств почв, разрушению почвенных агрегатов, в том числе использование физиологически кислых минеральных удобрений также способствует разрушению структуры почвенных агрегатов и изменению минералогического состава в пахотных горизонтах окультуренных почв. Такое воздействие проявляется в двух диаметрально противоположных процессах, так называемых, явлениях аградации (положительное) и деградации (отрицательное) последствия. Однако почва, как косная система, обладает защитными свойствами к разрушению и изменения минеральной составляющей можно считать агротехногенным стрессом почвенной массы. Вместе с тем, следует учитывать, что весьма важным условием повышения производительной функции деградированных почв является восстановление глинистой компоненты гумусово-аккумулятивных горизонтов в процессе их окультуривания [9].

В Республике Беларусь организован и проводится мониторинг земельного фонда, который представляет собой систему постоянных наблюдений за текущим состоянием земель и их трансформацией под влиянием, как естественных процессов, так и изменений, происходящих под влиянием антропогенных факторов. Разработанная система наблюдений позволяет выявить, оценить и своевременно спрогнозировать негативные изменения, разработать предупредительные мероприятия, направленные на устранение возможных отрицательных последствий от определенных воздействий, установить степень их эффективности с учетом сохранения и воспроизводства почвенного плодородия и обеспечить восстановление трансформированных экологических систем от негативных последствий [3].

Беларусь является уникальным регионом с высоким наличием осушенных торфяно-болотных почв, что вызывает необходимость владения знаниями о последствиях антропогенных воздействий и создании устойчивых агроэкосистем на данных почвах. В составе сельскохозяйственных земель органогенные почвы (2005-2015 гг.) занимали 998,0 тыс. га, из них торфяные – 685,1 тыс. га или 7,7 % по удельному весу. Нарушение утвержденных рекомендаций по рациональному использованию осушенных торфяно-болотных почв представляет угрозу их со-

хранения и приводит к образованию органо-минеральных или минеральных почв с низким содержанием органического вещества и неблагоприятным водно-воздушным режимом [9].

В последние годы отмечается негативная тенденция ухудшения общего состояния осушенных дефляционно-опасных почв Беларуси. В соответствии с тем, что изменения почвенного покрова, в большей степени, связаны с хозяйственной деятельностью человека, установлено, что интенсивный характер использования особенно осушенных земель превращает высокоплодородные торфяно-болотные почвы, вследствие ускоренного разложения органического вещества и потерь торфа, в низко плодородные торфяно-минеральные или просто минеральные почвы. Так, по данным мониторинга за 30-летний период (с 1985 г. по 2015 г.) в структуре почвенного покрова исследуемых районов с указанными почвами, отмечены существенные изменения, выражающиеся в заметном сокращении (на 2-12%) площадей торфяно-болотных почв, одновременно выявлена устойчивая тенденция увеличения площадей дефляционно-опасных почв. При этом произошло значительное увеличение на данной территории антропогенно-преобразованных почв, площади которых в 2015 г. составляли 2-15% от площади пахотных земель и 4-17% от площади сельскохозяйственных земель [3].

Разработана бальная оценка деградированных торфяных почв, средняя оценка составляет 51,1 балла для торфяно-минеральных почв и снижается до 25,8 баллов – для минеральных постторфяных песчаных почв. Вышеперечисленные факты обусловливают необходимость регулярных почвенных обследований в районах с высоким удельным весом осушенных почв с разработкой и проведением комплекса мероприятий по предотвращению их деградации, рациональному использованию, экологической реабилитации особенно малоплодородных постторфяных песчаных почв. Рекомендуется, в первую очередь, для сохранения плодородия торфяных почв обеспечить им длительное луговое использование с подбором трав, адаптированных к конкретному почвенно-гидрологическому режиму [9].

Для решения экологических проблем сельскохозяйственного производства необходимо продолжать научные исследования, направленные на снижение деградации сельскохозяйственных земель, рациональное их использование и охрану земельных ресурсов. Реализация разработанной в республике стратегии научно-технического и инновационного развития в области охраны окружающей среды и устойчивого использования природных ресурсов на 2021 - 2025 гг. предусматривает решение наиболее перспективных научных направлений: оценка степени проявления процессов деградации и оценка степени пригодности для сельскохозяйственного использования деградированных земель (почв); совершенствование методики выявления, учета и оценки таких земель (почв); разработка научно обоснованных индикаторов деградации земель (почв); проведение регулярных почвенных обследований; разработка и внедрение экологически безопасных и ландшафтно-адаптивных систем земледелия; оптимизация структуры земельного фонда и др.

В области предотвращения деградации сельскохозяйственных земель Республики Беларусь приоритетами являются прекращение процессов деградации

земель и восстановление деградированных экологических систем. Планируется достичь к 2025 г. следующих целевых показателей: уменьшить площадь земель, подверженных водной и ветровой эрозии до 550 тыс. га; доля земель, занятых естественной растительностью (естественные луговые, лесные земли, земли под древесно-кустарниковой растительностью, под болотами под водными объектами) должна составлять не менее 58,5% от общей площади территории; выполнить работы по экологической реабилитации торфяников и восстановлению гидрологического режима нарушенных болот на площади – не менее 65 тыс. га; сохранить средний уровень содержания гумуса в пахотных почвах на уровне не ниже 2,23%; установить общую пестицидную нагрузку на пахотные почвы – не более 2,6 кг/га; особо охраняемые природные территории должны занимать не менее 9,0 % от общей площади территории Республики Беларусь [10].

Экологическую безопасность сельскохозяйственного производства можно обеспечить путем освоения современных высокоинтенсивных систем земледелия, развивающихся в направлении их биологизации. Одним из таких способов сельскохозяйственного производства является производство органической продукции, при котором запрещено использовать химические препараты, синтетические удобрения, пестициды, гормоны роста, антибиотики, а также методы генной инженерии. Предусматривается переход на использование природных ресурсов и продуктов растительного происхождения, результат предупреждения возникновения болезней и распространения вредителей достигается за счет агротехнических приемов, использования в основном механических и биологических методов. Органическое сельское хозяйство содействует развитию и укреплению здоровья агроэкосистемы, сохранению биоразнообразия и биологической активности почвы.

Национальным планом действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь предусмотрено отнести к приоритетным направлениям развития страны производство экологически чистых сельскохозяйственных продуктов и ведение органического сельского хозяйства. Приняты следующие основные направления развития органического сельского хозяйства: в первую очередь, создание нормативной правовой базы; далее развитие специализированных организаций по производству органической продукции; а также популяризация среди населения органического сельского хозяйства.

В Республике Беларусь имеется значительная ресурсная база по развитию органической системы сельского хозяйства, учитывая природные условия, земельный фонд, развитую транспортную инфраструктуру, квалифицированный научно- исследовательский и кадровый потенциал. По темпам роста посевных площадей для органического сельского хозяйства в 2018 г. Республика Беларусь вошла в топ-10 стран Европы, несмотря на то, что доля земельных площадей для органического сельского хозяйства составляет лишь 0,0% в совокупной площади сельскохозяйственных земель, что значительно ниже среднемирового уровня (1,5%). Перспективным ресурсом для развития органического производства в республике являются площади неиспользуемых в настоящее время сельскохозяй-

ственных земель - 410 тыс. га, а также залежные земли – 15,2 тыс. га (5% и 0,2% площади сельскохозяйственных земель соответственно) [5].

В данном аспекте первостепенное значение приобретает почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие, направленное на управление агроэкосистемами в целях повышения их продуктивности и устойчивости, предусматривающее укрепление продовольственной безопасности, при одновременном сохранении и расширении ресурсной базы, обеспечивающей охрану окружающей среды. Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие – это подход в ведении земледелия, обеспечивающий более устойчивое сельскохозяйственное производство, основное на принципах: минимальное механическое воздействие на почву, посредством сокращения обработок (нулевая обработка почвы; посев прямым способом по пожнивным остаткам; возможно включение приемов с регулируемой или ленточной обработкой почвы, обрабатывается не более 20-25 % поверхности почвы). Следующий принцип - сохранение растительных остатков (стерни) на поверхности почвы (мульчирование) и посев покровных культур, основная цель которого защита почвы от водной и ветровой эрозии путем уменьшения поверхностных стоков воды и испарения с поверхности поля; повышения плодородия почвы; сохранение органического вещества (гумуса), улучшения физических, химических и биологических свойств почвы. Для более устойчивого использования земель и недопущения их деградации рекомендуется также использование почвозащитных севооборотов (минимум 3 вида сельскохозяйственных культур), с целью уменьшения отрицательного воздействия на сельскохозяйственные культуры вредителей, болезней и сорняков, а также более полное усвоение из почвы элементов питания и повышения продуктивности последующей культуры [8].

Планируется шире развивать точное земледелие, отвечающее принципам формирования «зеленой» экономики. Точное земледелие – сложная и интеллектуально насыщенная инновационная технология, которая предполагает выполнение технологических операций роботизированными системами, управляемыми специальными компьютерными процессами и программами с автоматическим выполнением всех операций. Данная технология основана на широком применении технологии GPS, благодаря наличию навигационного прибора, спутниковые системы глобального позиционирования обеспечивают точное ведение агрегата по треку, позволяющее параллельное вождение, которое способствует оптимизировать процесс обработки пахотных земель. На пути внедрения точного земледелия первым этапом является именно навигация, другим важным моментом является картографирование, для выполнения определенных операций необходима соответствующая карта поля, на которой нанесены параметры содержания элементов питания, засоренность посевов, мощность пахотного слоя почвы и другие показатели.

Точное земледелие регулирует обеспечение растений оптимальными факторами жизни (солнечный свет, влага, элементы питания, воздух и т.д.), что в конечном итоге позволит экономить ресурсы, получать планируемую урожайность сельскохозяйственных культур, значительно повышать эффективность производства в целом. Точное земледелие обеспечит оптимальное управление земельными

ресурсами, будет способствовать росту урожайности за счет локального внесения удобрений и средств защиты растений, позволит примерно на 20% сократить расход топлива и затраты на азотные удобрения и на 15% – затраты на обработку земель широкозахватными агрегатами [1].

Литература

1. Беларуси будет создана национальная система точного земледелия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://produkt.by/news/v-belarusi-budet-sozdana-nacionalnaya-sistema-tochnogo-zemledeliya (дата обращения: 24.01.2022).

2.Глобальные экологические проблемы в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://baza-polimerov.ru/problemy/ekologicheskie-zemledeliya.html (дата обращения: 03.04.2021).

3. Мониторинг земель [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nsmos.by/content/164.html (дата обращения: 11.01.2022).

4. Научные системы ведения сельского хозяйства Республики Беларусь / В.Г. Гусаков – редкол.: В.Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.] / Нац. акад. наук, М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь. – Минск: Беларуская навука, 2020. – 683 с.

5. Органическое сельское хозяйство в Республике Беларусь: текущее состояние и перспективы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https:// investinbelarus. by/upload/ medialibrary/ 165/organicheskoe-selskoe-khozyaystvo-1_compressed-_4_.pdf (дата обращения: 27.01.2022).

6. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. Статистический сборник. – Минск. - 2021. - 203 с.

7. Почвенные процессы и пространственно-временная организация почв / [отв. Ред. В.Н. Кудеяров]; Ин-т физ.-хим. и биол. проблем почвоведения РАН. – М.: Наука, 2006. – 568 с.

8. Почвозащитные методы ведения сельского хозяйства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.fao.org/3/ca0866ru/CA0866RU.pdf (дата обращения: 25.01.2022).

9. Почвы Республики Беларусь / В.В. Лапа [и др.]; под ред. В.В. Лапы. - Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 632 с.

10. Стратегия научно-технического и инновационного развития в области охраны окружающей среды и устойчивого использования природных ресурсов 2021 - 2025 годы / Одобрено решением Научно-технического совета Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 15.04.2020, № 4.

MODERN SCIENTIFIC ACTIVITY AIMED AT SOLVING ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF AGRICULTURAL LANDS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

L.A. Veremeychik
IE BSTU
Minsk, Republic of Belarus

Abstract. *Main reasons causing the degradation of land resources in the Republic of Belarus are indicated in the article. The anthropogenic factors of the negative impact of agricultural production on land resources are presented. The main scientific directions aimed at reducing the degradation of agricultural lands and achieving a zero increase in soil destruction, as well as ensuring the restoration of transformed ecological systems, are analyzed.*

Keywords: *land degradation, anthropogenic load, erosion, monitoring, soil protection, precision farming.*

Об авторах

Веремейчик Лариса Антоновна (Минск, Белоруссия) – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности УО «Белорусский государственный технологический университет», e-mail: bzhd@belstu.by.

УДК 631.3.362
В.Д. Галкин[1], А.Д. Галкин[2] , В.А. Хандриков[1], А.Ф. Федосеев[1],
К.А. Грубов[1], С.А. Огнев[1;]
[1]ФГБОУ ВО «Пермский ГАТУ»,
[2]ООО «Техноград»,
Пермь, Российская Федерация

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ В ВИБРОПНЕВМООЖИЖЕННОМ СЛОЕ

Аннотация. В статье приведены результаты исследования очистки семян пшеницы с примесью семян овсюга на вибропневмосепараторе с наклонным воздушным потоком, поперечном угле деки равным 0^0 с направителем при увеличенной амплитуде её колебаний. Опытным путем получены технологические оценки процесса разделения семян и определены рациональные параметры процесса.

Ключевые слова: очистка, семена, трудноотделимые примеси, экспериментальный вибропневмосепаратор, параметры, оценки работы.

Введение. Одной из главных задач в агропромышленном комплексе России является обеспечение страны высококачественным семенным материалом. При условии использования районированных семян и соблюдения технологии их возделывания и уборки, качество семян зависит от технологии и технических средств приема, предварительной очистки, сушки, основной и окончательной их очистки. Особая роль в этой технологической цепочке принадлежит окончательной очистке семян от трудноотделимых примесей и выделении наиболее продуктивной фракции семян, обладающей высокой натурой [1-10]. Известные в настоящее время машины для осуществления этой операции в вибропневмоожиженном слое, имеют высокую энергоемкость, металлоемкость, высокую цену и практически не используются при подготовке семян. Кроме этого, пневматические сортировальные столы сложны в настройке и требуют достаточно квалифицированного обслуживающего персонала. В этой связи целью исследований является совершенствование процесса очистки семян в вибропневмоожиженном слое и создание машины для обработки малых партий семян, способной довести их до требований стандарта с меньшей энергоемкостью и металлоемкостью.

Методика. Опыты проведены на вибропневмосепараторе, разработанном на кафедре сельскохозяйственных машин и оборудования [1].

Условия проведения опытов: очищаемая культура – пшеница сорта Каменка урожая 2021 года, очищенная на машине предварительной очистки, высушенная до кондиционнной влажности и очищенная на двух последовательно установленных машинах К531. Среднее значение натуры составило 804 г/дм^3. В качестве примеси взяты семена овсюга со средними значениями натуры 404 г/дм^3 и засоренностью 100 шт./кг. Опыты проведены при настроечном значении подачи 1,5 т/ч.

Измеряемые параметры и приборы и оборудование для проведения исследований. Список приборов и аппаратуры, использованных при лабораторных исследованиях, приведен в таблице 1.

Таблица 1

Измеряемые параметры и приборы, и оборудование, используемые при исследовании

Измеряемый параметр	Марка прибора	Название прибора
Частота вращения эксцентрикового вала привода декиТахометр	ИТ 5-ЧМ Термит	Тахометр
Массы проб материала	МК-6.2-А20	Весы электронные
Время опыта	СДС-пр1	Секундомер
Продольный угол наклона деки	ТУ50 – 252 - 80	Уровень - угломер
Влажность зерна	Фауна М	Влагомер
Скорость воздушного потока Анемометр цифровой переносной	АП1М-1	Анемометр
Объемная масса Литровая пурка	ПХ-I	Литровая пурка

Показателями эффективности работы машины приняты: степень выделения овсюга из первой фракции и её выход, степень выделения овсюга из второй (промежуточной) фракции и её выход, потери семян в отходы и натура первой и второй фракций.

Исследования проведены на частотах колебаний деки 420, 440, 480 мин$^{-1}$, которые изменяли частотным регулятором. Скорость воздушного потока в процессе опытов устанавливали такой, чтобы материал, движущийся по деке с направителем, расслаивался по высоте слоя, в зависимости от плотности компонентов, но без образования фонтанов. При поперечном угле наклона деки, равном 0^0, продольный угол ее наклона в опытах был установлен на отметке 5 градусов,

При проведении в трехкратной повторности каждого опыта, на установившемся режиме работы машины осуществляли отбор первой, второй и третьей фракции специальными пробоотборниками в течение 15 секунд. Полученные пробы взвешивали на весах с точностью до 1 г и полученные массы записывали в журнал. С использованием литровой пурки определяли натуру семян полученных фракций. Из первых двух проб выделяли навески по 1 кг и производили их разборку на засоренность. Степень выделения примесей рассчитывали по формуле:

$$\xi = \frac{З_н - З_к}{З_н} * 100\%, \quad (1)$$

где

$З_н$ – среднее значение начальной засоренности семян, шт/кг;

$З_к$ – среднее значение засоренности очищенных семян, шт/кг.

Потери семян в отходы:

$$П = \frac{М_з}{q} * 100\%, \quad (2)$$

где

$М_З$ – среднее значение расходной характеристики массы третьей фракции (отходов), кг;

q – среднее значение подачи семян в машину, кг/ч.

Среднее значение рассчитывали по формуле:

$$\tilde{x} = \frac{\sum x_i}{n}, \quad (3)$$

где

x_i – значение замера;

n – количество опытов.

Результаты опытов. По средним значениям оценок работы машины построены графические зависимости, определяющие: закономерности изменения степени отделения овсюга и расходной характеристики первой фракции семян пшеницы в зависимости от частоты колебаний деки (рис.1), закономерности изменения степени отделения семян овсюга и расходной характеристики второй (промежуточной) фракции семян пшеницы в зависимости от частоты колебаний деки (рис.2), закономерности изменения натуры первой и второй фракций семян пшеницы и потерь семян в отходы в зависимости от частоты колебаний деки (рис.3).

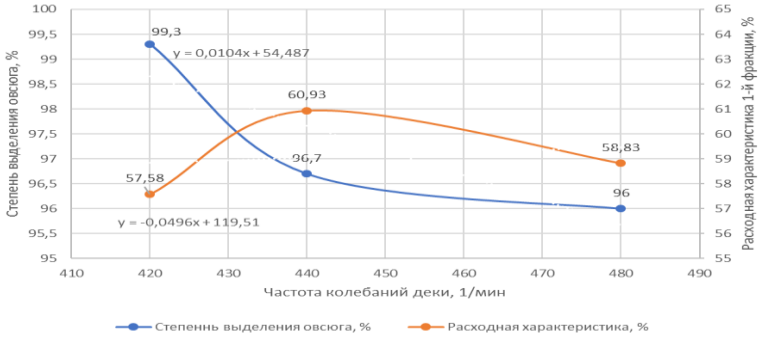


Рисунок 1. Закономерности изменения степени отделения овсюга и расходной характеристики первой фракции семян пшеницы в зависимости от частоты колебаний деки

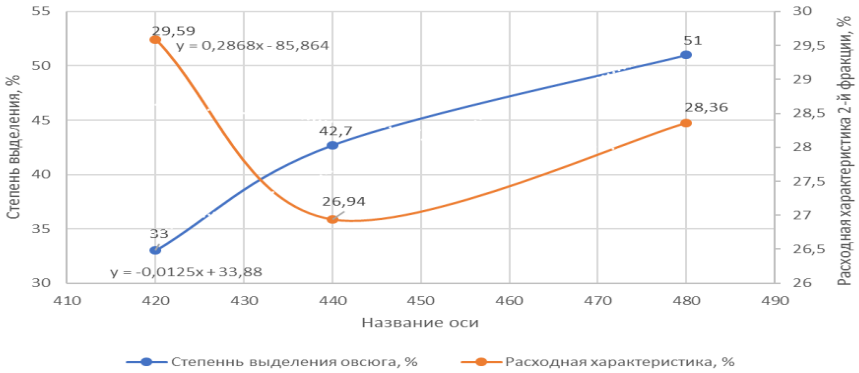


Рисунок 2. Закономерности изменения степени отделения семян овсюга и расходной характеристики второй (промежуточной) фракции семян пшеницы в зависимости от частоты колебаний деки

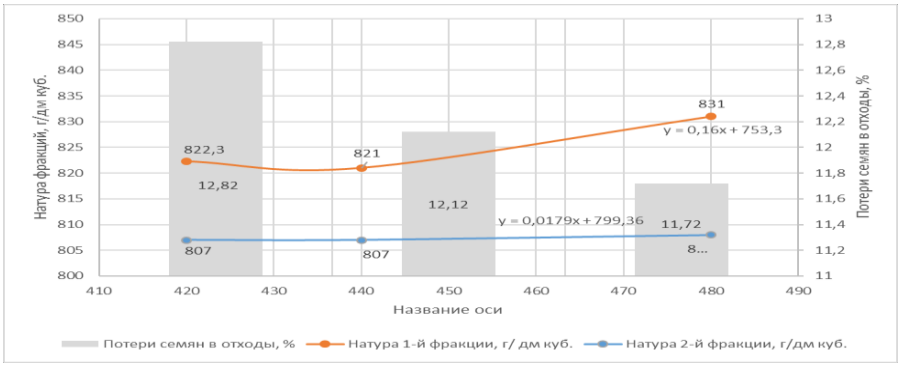


Рисунок 3. Закономерности изменения натуры первой и второй фракций семян пшеницы и потерь семян в отходы в зависимости от частоты колебаний деки

Вывод. Из полученных зависимостей следует, что очистку семян пшеницы со средним значением натуры 804 г/дм^3 от овсюга на экспериментальном вибропневмосепараторе при удельной нагрузке 1,54 кг/с*м^2 рекомендуется проводить при частоте колебаний деки 420 мин$^{-1}$, с амплитудой 0,015м, продольном угле наклона деки 5 градусов и скорости воздушного потока 1,0-1,1 м/с. При этих параметрах степень выделения овсюга из первой фракции составит около 99% при ее выходе 57-58% и натуре семян пшеницы 822,3 г/дм^3. Потери семян в отходы не превысят 13%. Вторую фракцию, при засоренности овсюгом ниже, по сравнению с семенами, поступающими на машину, можно очистить отдельно или направить на рециркуляцию.

Литература

1. Галкин В.Д. Сепарация семян в вибропневмоожиженном слое: технология, техника, использование : монография / В.Д. Галкин, В.А. Хандриков, А.А. Хавыев; под общ. ред. В.Д. Галкина; М-во с.-х. РФ; федеральное гос. бюджетное образов. учреждение высш. образов. «Пермский гос. аграрно-технологич. ун-т им. акад. Д.Н. Прянишникова». – Пермь : ИПЦ «ПрокростЪ», 2017 – 170 с.

2. Галкин А.Д. Машины и оборудование послеуборочной обработки зерна и подготовки семян из влажного комбайнового вороха : рекомендации / А.Д. Галкин, В.Д. Галкин; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова. – Пермь: ИПЦ «Прокростъ», 2020. – 47с.

3. Галкин В.Д. Технологии, машины и агрегаты послеуборочной обработки зерна и подготовки семян / В.Д. Галкин, А.Д. Галкин. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова». – Пермь : ИПЦ «Прокростъ», 2021. – 234с.

4. Дринча В.М., Борисенко И.Б. Применение и функциональные возможности пневмосортировальных столов./ В.М. Дринча, И.Б. Борисенко /Научно-практический журнал НВ НИИСХ, №2 (83), 2008. С.33-35.

5. Дринча В.М. Исследование сепарации семян и разработка машинных технологий их подготовки. / В.М. Дринча. – Воронеж. Издательство НПО «МОДЭК», 2006.-384 с.

6. Поздняков В.М. Экспериментальные исследования влияния скорости воздушного потока на эффективность сортирования зернового материала в установках вибропневматического принципа действия./ В.М.Поздняков, С.А.Зеленко, С.А. Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : материалы Международной научно-практической конференции. Минск, 23-24 октября 2014 г. В 2 ч. Ч. 1 / редкол.: И. Н Шило [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2014. – С.208-210.

7. Технические характеристики пневмосепаратора-2,5 т/ч [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://agrometall.ru/zernosushilnoe-oborudovanie/vorohoochistitel-vps/ (Дата обращения: 01.04.2022).

8. Тарасенко, А. П. Качество очистки семян на пневмосортировальных столах./ А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, Д.Н. Мироненко// Механизация и электрификация сельского хозяйства.- 2009.- №3.- С. 10-11.

9. Vladimir Pozdnyakov, Sergei Zelenko (2013),The mathematical description of grain weight with gravity separator s constructive elements, Ukrainian Food Journal, 2(2), pp. 221-229.7

10. Marian Panasiewicz, Pawel Sobczak, Jacek Mazur,Kazimitr Zawislak, DariuszAndrejko (2012), The technique and analy of the process of separation and cleaning grain materials, Journal of Food Engineering, 109 (3), pp. 603-608.8.

INVESTIGATION OF THE PROCESS OF SEPARATION OF WHEAT SEEDS IN A VIBRATION-PNEUMOFLUIDIZED BED

V.D. Galkin[1], A.D. Galkin[2] , V.A. Khandrikov[1], A.F. Fedoseev[1], K.A. Grubov[1], S.A. Ognev[1]

[1]FSBEI HE «Perm SATU»
[2]LLC «Tekhnograd»
Perm, Russian Federation

Abstract. *The article presents the results of a study of cleaning wheat seeds with an admixture of wild oat seeds on a vibrating pneumatic separator with an inclined air flow, a transverse angle of the deck with a guide equal to 0 degrees with an increased amplitude of its oscillations. Technological estimates of the seed separation process were obtained experimentally and rational parameters of the process were determined.*

Key words*: cleaning, seeds, hard-to-separate impurities, experimental vibro-pneumatic separator, parameters, performance estimates*

Об авторах

Галкин Василий Дмитриевич (Пермь, Россия) – доктор технических наук, профессор, декан инженерного факультета, и.о. кафедры сельскохозяйственных машин и оборудования, профессор кафедры сельскохозяйственных машин и оборудования ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», e-mail: engineer@pgatu.ru.

Галкин Александр Дмитриевич (Пермь, Россия) – доктор технических наук, директор ООО «Техноград», e-mail: engineer@pgatu.ru.

Хандриков Виктор Анатольевич (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры сельскохозяйственных машин и оборудования ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», e-mail: engineer@pgatu.ru.

Федосеев Андрей Федорович (Пермь, Россия) – старший преподаватель кафедры сельскохозяйственных машин и оборудования ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», e-mail: engineer@pgatu.ru.

Грубов Константин Алексеевич (Пермь, Россия) – сервисный инженер по технике ООО Агромаркет, Пермь, e-mail: engineer@pgatu.ru.

Огнев Станислав Андреевич (Пермь, Россия) – студент (магистратура) инженерного факультета ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», e-mail: engineer@pgatu.ru.

УДК 619:616.34-084-053.2
И.Н. Жданова;
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,
Пермский НИИСХ филиала ПФИЦ УрО РАН,
Пермь, Российская Федерация

СИСТЕМА ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ КОЛИБАКТЕРИОЗЕ (ЭШЕРИХИОЗЕ) ТЕЛЯТ. ОБЗОР ЗАРУБЕЖНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Аннотация. Колибактериоз считается одной из наиболее важных проблем, с которыми сталкивается животноводство, вызывая большие экономические потери. Актуальность обзора литературы определяется всевозрастающим интересом специалистов к методам контроля лечения и профилактики путём применения вакцинации беременного маточного поголовья и новорожденных телят. Молодняк подвергаются воздействию патогенной кишечной палочки в окружающей среде, когда другие инфицированные или носители телят и коров сбрасывают бактерии с фекалиями. Методы исследования включают в себя анализ литературы из международной базы данных. Таким образом, представленные данные литературы показывают, что в настоящее время исследования в области диагностики, лечения и профилактики помогут улучшить наше понимание эпидемиологических аспектов инфекции E.coli и разработать стратегии защиты от неё.

Ключевые слова: болезни органов пищеварения, диарейный синдром, молочное животноводство, санитарная зоогигиена, схема лечения, профилактика.

Введение. Развитию скотоводства во всех странах мира уделяется отдельное внимание. Круглогодичное стойловое содержание, высокая концентрация скота на ограниченных площадях, отсутствие выгула и инсоляция увеличивают функциональную нагрузку на организм животных и приводят к росту числа заболеваний желудочно-кишечного тракта и респираторных органов. По статистике ежегодно на российских животноводческих комплексах около 50 % голов болеют желудочно-кишечными заболеваниями, а смертность в главные дни жизни молодняка колеблется от 14 до 60%. Эпидемические вспышки колибактериоза и его распространение среди новорожденных зависят не только от наличия источника инфекции и сниженного иммунитета телят, но и от неэффективных профилактических мероприятий [1-5].

Отсутствие определенных сведений об эпизоотическом процессе колибактериоза (эшерихиоза) растущего поголовья в ряде других стран мира побудило провести исследование по сравнению подходов и методов профилактики в хозяйствах путем содержания коров с учётом возраста и вакцинация животных.

Этиологические и диагностические аспекты. В странах с развитым молочным и мясным скотоводством болезни органов пищеварения являются большим препятствием для повышения продуктивности животных, от чего хозяйства несут большие убытки. Распространенность колибактериоза колеблется от 5,4 до 100%, а смертность телят, связанная с диарейным синдромом, составляет 20%, что может снизить прибыль до 40 %. При заболеваниях желудочно-кишечного тракта, вызванных неблагоприятными условиями зоогигиенических показателей, ученые

отмечают снижение иммунного статуса, а также негативные изменения в работе всего организма.

Увеличение количества мертворожденных, слабых, нежизнеспособных телят наносит значительный ущерб животноводческим хозяйствам всех категорий собственности.

Заболевания пищеварительного тракта отличаются разнообразным симптомокомплексом. Причинами заболеваний органов пищеварения являются:

– использование внешкольного питания и недостаток воды;

– несвоевременная выпойка телятам молозива, либо холодного, скисшего или зараженного молока;

– резкий перевод телят на следующие виды молочного вскармливания;

– нарушение технологических и санитарно-гигиенических условий содержания животных;

– постоянные стрессовые факторы (нарушение параметров микроклимата);

– бесконтрольный прием противомикробных препаратов;

– иммунодефициты.

Для достижения высокого терапевтического эффекта, во-первых, необходим постоянный контроль над составом патогенных микроорганизмов, динамикой развития их резистентности. Это позволяет разработать адекватную стратегию и тактику антибактериальной терапии в конкретных условиях молочного комплекса или фермы и добиться максимального эффекта.

Отмечено, что после перенесенных в раннем возрасте желудочно-кишечных заболеваний в дальнейшем замедляется рост и развитие, коровы не получают 15-18% возможной молочной продуктивности, возникают трудности при плодотворном осеменении.

Патогенные штаммы кишечной палочки играют ведущую роль в микробном составе инфекций. Учитывая экономический ущерб животноводству от колибактериоза, в большинстве стран и, в частности, регионов Российской Федерации проводится его постоянная статистика.

Диагностика у телят зависит от точного анамнеза, клинических признаков, посева внутренних органов на наличие бактерий и серотипирования организма. С этой целью большинство исследователей используют ПЦР для выявления генов вирулентности в E. coli, поскольку этот тест на 100% специфичен и на 98% чувствителен.

Активное использование антибиотиков в качестве стимуляторов роста при откорме, практикуемое до сих пор, привело к возникновению и распространению антибиотикорезистентности среди патогенной микробиоты продуктивных животных. Исследования, проведенные в Иране среди шестидесяти трех изолятов E. coli, выделенных от больных диареей телят, показали, что 76 % культур проявили устойчивость как минимум к одному из тестируемых препаратов, а 62 % культур были устойчивы к нескольким препаратам [3-4]. Согласно Sobhy N.M. et al. (2020) сорок восемь (54,5%) изолятов, выделенных от диарейного синдрома телят на животноводческих фермах в Египте, имели множественную лекарственную устойчивость. Процент устойчивости к тетрациклину, стрептомицину, ампициллину и

триметоприм-сульфаметоксазолу составил 79,5, 67,0, 54,5 и 43,0% соответственно. Цефтазидим (14,8%), амоксициллин-клавуланат (13,6%) и азтреонам (11,3%) оказались наиболее эффективными, и ни один из изолятов не был устойчив к имипенему.

Чрезвычайно важным аспектом предотвращения кишечных инфекций в животноводческих предприятиях является вакцинация поголовья препаратами, содержащими различные антигены эшерихий факторов адгезии и энтеротоксины. Началом является иммунизация стельного маточного поголовья, позволяющая сформировать иммунологическую защиту организма молодняка в ранние дни после рождения (Грюнберг В. 2014).

Учёные из институтов ветеринарной медицины Египта (Шаркия), США (Миннесота) и Венесуэлы (Маракайбо) определили прямую взаимосвязь, которая играет важную роль в профилактике заболеваний между различными факторами риска и пассивным иммунитетом, а именно для снижения заболеваемости E. coli необходимо провести полное исследование факторов риска, особенно управления молозивом, факторов отёла, перинатального лечения, жилья, кормления, генетики и факторов окружающей среды *кишечная палочка* инфекции. Низкий процент ETEC (энтеротоксигенной кишечной палочки) в патматериалах может быть связан с большей доступностью коммерческой вакцины, которая регулярно вводится беременным коровам в Египте. Высокие титры антител в молозиве обеспечивают телятам пассивный иммунитет в критический ранний неонатальный период, когда восприимчивость к инфекции высока. В этой связи записи в национальных базах данных, полученные в результате анкетных опросов, должны облегчить проведение будущих исследований.

Лечение и профилактика. Лечение колибактериоза телят требует немедленного реагирования, сосредоточенного на строгой изоляции и водно-солевой терапии. Антибиотики могут быть полезны, если их назначать на ранней стадии, но не без инфузионной терапии. Для применения адекватных схем рекомендуется проводить посевы крови, противомикробную терапию и необходимо немедленно лечить любое животное, подозреваемое в заражении.

Несмотря на возросшую доступность вакцин против кишечных бактерий и других патогенов, и постоянный акцент на передачу пассивного иммунитета через секрет, необходимы улучшенные протоколы лечения диареи телят. Введение внутривенных жидкостей и пероральных растворов электролитов играет основную роль в лечении, а противомикробные препараты являются эффективными в том случае, когда антибиотик следует лучше выбирать на основе его чувствительности, которая может быть выявлена только лабораторным исследованием. Поэтому противомикробное лечение телят должно быть направлено против патогенных микроорганизмов в двух очагах инфекции: тонком кишечнике и крови.

Выводы. Данная статья была посвящена обзору литературы и рассмотрению новых направлений в изучении профилактики колибактериоза молодняка и взрослого поголовья молочного крупного рогатого скота.

Для уменьшения колонизации кишечника крупного рогатого скота патогенными E. coli необходимо использовать различные стратегии, включающие не

только вакцинацию, но и лечение пробиотиками, введение бактериофагов и модификацию диеты животного.

По результатам отслеживания исследуемого заболевания определили актуальность проведения комплексных исследований по изучению этиологической структуры колибактериоза у взрослого поголовья и молодняка крупного рогатого скота, поиску специфических препаратов, методов и схем их применения для повышения плодотворности ветеринарных мероприятий. Необходима детальная оценка эпизоотической обстановки в любом животноводческом предприятии наряду с анализом условий содержания, рациона, включая новорожденных и их матерей в период беременности, качества и безопасности для организма животных используемых кормов, соблюдения технологии выращивания телят. Важно определить полноту, своевременность и качество проводимых ветеринарно-санитарных мер, плановых диагностических исследований, вакцинаций животных, а также провести анализ результатов лабораторных исследований патологического материала от больных, павших животных и абортированных плодов за последние несколько месяцев.

Соблюдение зоогигиенических требований – является основой не только профилактики болезней молодняка и взрослого поголовья, но и важным условием повышения молочной продуктивности и качества молока.

Таким образом, плановые и предупредительные меры должны проводиться путем использования прививок коровам перед родами, улучшения гигиены и правильного введения молозива новорожденным.

Литература

1. Bashahun, G. M.* and Amina A. Colibacillosis in calves: A review of literature // Journal of Animal Science and Veterinary Medicine Volume 2(3), pages 62-71, June 2017 https://doi.org/10.31248/JASVM2017.041.

2. Gruenberg, W. (2014). Overview of Coli-septicemia. Merck Manual, April 2014.

3. Mandel R., Whay H.R., Klement E., Nicol C.J. Invited review: Environmental enrichment of dairy cows and calves in indoor housing, Journal of Dairy Science, Volume 99, Issue 3, 2016, Pages 1695-1715.

4. Sobhy N.M., Yousef S.G.A., Aboubakr HA, Nisar M, Nagaraja KV, Mor SK, et al. (2020) Virulence factors and antibiograms of Escherichia coli isolated from diarrheic calves of Egyptian cattle and water buffaloes. PLoS ONE 15(5): e0232890. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232890

5. Staji H., Tonelli A., Zahraei Salehi T., Mahdavi A., Shahroozian E., Salimi Bejestani M., Mahdizade Mood S., Keywanloo M., Ahmadi Hamedani M., Emadi Chashmi H., Ashrafi Tamai I., Atefi Tabar E. Distribution of Antibiotic Resistance Genes among the Phylogroups of Escherichia coli in Diarrheic Calves and Chickens Affected by Colibacillosis in Tehran, Iran // Archives of Razi Institute, Vol. 73, No. 2 (2018) 131-137.

SYSTEM OF PREVENTIVE MEASURES WITH COLIBACTERIOSIS (ESCHERICHIOSIS) CALVES. REVIEW OF FOREIGN LITERATURE

I.N. Zhdanova

FSBEI HE «Perm SATU»
Perm SRI of Agriculture PFRC of the Ural Branch of the RAS
Perm, Russian Federation

Abstract. Colibacteriosis is considered one of the most important problems faced by animal husbandry, causing great economic losses. The relevance of the literature review is determined by the increasing interest of specialists in methods of controlling treatment and prevention through the use of vaccination of pregnant uterine livestock

and newborn calves. Young animals are exposed to pathogenic E. coli in the environment when other infected or carriers of calves and cows shed bacteria with feces. The research methods include the analysis of literature from an international database. Thus, the presented literature data show that current research in the field of diagnosis, treatment and prevention will help improve our understanding of the epidemiological aspects of E. coli infection and develop strategies to protect against it.

Key words: diseases of the digestive system, diarrheal syndrome, dairy farming, sanitary zoo hygiene, treatment regimen, prevention.

Об авторе

Жданова Ирина Николаевна (Пермь, Россия) – кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник лаборатории биологически активных кормов, Пермский НИИСХ филиала ПФИЦ УрО РАН, студентка (магистр) ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», e-mail: saratov_perm@mail.ru.

УДК 636.2.034

Л.А. Казияхматова, О.Ю. Юнусова;
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,
Пермь, Российская Федерация

ВЛИЯНИЕ ХВОЙНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ

Аннотация. В статье приведены результаты влияния хвойно-энергетической добавки на качественные и количественные показатели молочной продуктивности коров. Установлено, что включение в рационы кормления животных хвойно-энергетической добавки способствует увеличению молочной продуктивности и биологической ценности молока.

Ключевые слова: молочная продуктивность, нетрадиционные корма, молочные коровы, энергия.

Реализация генетического потенциала высокопродуктивного молочного скота обуславливается оптимальным течением пищеварительных и обменных процессов в организме. В предотельный и послеотельный периоды животные нуждаются в обогащении рационов гликогенными кормовыми добавками (пропиленгликоль, соли пропионовой кислоты, глицерин и др.), которые являются дополнительными источниками энергии [2]. При этом основой отечественных энергетических добавок чаще всего является пропиленгликоль, тогда как за рубежом успешно используется глицерин безвредный, в отличие от пропионатов, для окружающей среды [5].

В практике современного животноводства часто имеет место дефицит рационов витаминов, макро- и микроэлементов. На помощь приходят натуральные источники биологически активных веществ, и особое внимание обращает на себя хвоя, по ряду показателей биологической питательной ценности превосходящая зеленую массу трав [3].

Поэтому целью данной работы было изучить влияние хвойно-энергетической добавки на продуктивность коров. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: изучить эффективность скармливания хвойно-энергетической добавки на продуктивность коров; определить влияние добавки на состав и свойства молока.

Рецепт хвойно-энергетической добавки был разработан Научно-техническим центром ООО «Химинвест» (Нижний Новгород). Он сделан из древесной зелени экологически чистым способом, и по внешнему виду это однородная вязкая жидкость с хвойным запахом. В состав входит 80% дистиллированного медицинского глицерина (1-, 2-, 3- пропантриол) и 20% природного носителя, которым является хвойная лапка [4].

В хвойно-энергетической добавке содержится: обменной энергии – 250 ккал/100 г; витаминов: В1 – 0.17 мг/кг, В2 - 13 мг/кг, В3 – 2,3 мг/кг, В5 – 0.29 мг/кг, В6 – 0,1 мг/кг, фолиевая кислота – 0,7 мг/кг; каротиноиды – 2-15 мг/100 г. Хвоя сосны содержит каротин, хлорофилл, ксантофилл и другие вещества, которые играют важную роль в обмене веществ и в синтезе нескольких новых витаминов в организме, в результате чего содержание каротина, который является провитамином А, в хвои, в два раза выше, чем у моркови [2].

С целью изучения влияния хвойной энергетической добавки, скармливаемой в составе рационов на молочную продуктивность, был поставлен опыт.

Каждая группа содержала десять животных: группа 1 была контрольной (не получала добавку), а во 2-й группе животные получали хвойную энергетическую добавку в основной рацион в дозировке 150 гр. каждый день в течение 20 дней до и 30 дней после отела. Животные в обеих группах содержались в одинаковых условиях.

Из таблицы 1 видно, что скармливание хвойной энергетической добавки в составе рациона обеспечило повышение молочной продуктивности у коров.

Среднесуточный удой молока на 30 день опыта при натуральной жирности и после перевода на 3,4% жирность у коров опытной группы, был выше соответственно на 6,9% и 9,3% в сравнении с животными контрольной группы. Наиболее высокое содержание жира 3,95% в молоке было у коров опытной группы, получавших добавку, против 3,86% в контрольной группе.

После того, как прекратили скармливать добавку, результаты контрольной дойки показали, что средний удой за сутки у опытных коров был также выше, чем в контроле. В частности, разница по среднесуточному удою натурального молока составила 5,4%, после перевода на 3,4% жирность – 8,0%.

Замечалось значительное уменьшение количества соматических клеток в молоке коров, которым скармливали хвойную энергетическую добавку, что может обуславливать бактериостатическое действие хвойного экстракта, входящего в состав добавки. Также отмечалась тенденция к повышению сухого молочного остатка в молоке опытных коров.

Таблица 1

Молочная продуктивность подопытных животных, качество молока (n=10, M±m)

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа
На 30 день опыта		
Среднесуточный удой, кг	30,6±3,8	32,7±2,3
% к контролю	100,0	106,9
% жира	3,86±0,25	3,95±0,02
% белка	3,03±0,06	3,03±0,08
% лактозы	5,02±0,04	5,01±0,06
% СОМО	12,9±0,27	13,41±0,19
Количество соматических клеток, тыс./см^3	1200,8	490,0
Валовой удой за период, кг	918	981
Выход молочного жира, кг	35,43	38,75
Валовой удой 3,4%-го молока, кг	1042,2	1139,7
Среднесуточный удой молока 3,4%-й жирности, кг	34,74	37,99
Через 30 дней после прекращения опыта		
Среднесуточный удой, кг	31,3±1,0	33,0±1,22
% к контролю	100,0	105,4
% жира	3,68±0,13	3,77±0,1
% белка	2,99±0,14	2,99±0,14
% лактозы	4,93±0,21	4,98±0,09
% СОМО	12,71±0,43	12,79±0,48
Количество соматических клеток, тыс./см^3	1725,0	147,4
Валовой удой за период, кг	939	990
Выход молочного жира, кг	34,55	37,32
Валовой удой 3,4%-го молока, кг	1016,3	1098,0
Среднесуточный удой молока 3,4%-й жирности, кг	33,9	36,6
В среднем за 2 месяца		
Среднесуточный удой, кг	30,95±1,9	32,85±1,2
% жира	3,77±0,14	3,86±0,06
Валовой удой за период, кг	1857	1971
Выход молочного жира, кг	70,0	76,1
Валовой удой 3,4%-го молока, кг	2059	2237,7
Среднесуточный удой молока 3,4%-й жирности, кг	34,3	37,3
Затраты кормов на 1 кг молока 3,4% жирности		
Концентраты, г	204,0	187,7

Затраты питательных веществ на производство 1 кг молока 3,4%-ной жирности в группах коров, получавших хвойно-энергетическую добавку были наименьшими. Так, у коров опытной группы был ниже расход энергетических концентрированных кормов на 8,0% по сравнению с контрольными животными.

Данные, полученные в научно-хозяйственном опыте на коровах, свидетельствуют об эффективном использовании в составе рациона хвойной энергетической добавки. Таким образом, скармливание изучаемой хвойной энергетической добавки коровам в конце сухостойного периода – в начале лактации привело к увеличению среднесуточных удоев молока натуральной жирности на 5,4-6,9%, при снижении затрат кормов на единицу получаемой продукции.

Литература

1. Artemova E.I., Kremyanskaya E.V. Determinants of the development of the domestic market of milk under conditions of import substitution. 2016. No. 116. P. 882-896

2. Bogatyrev V.A. The effect of ferrosilium on metabolism and growth energy of heifers. Author's thesis of the dissertation of the candidate of agricultural sciences. Mordovia State University Saransk, 2014, pp. 23).

3. Korotky V.P., Ryzhov V.A, Marisov S.S, Zenkin A.S., Esipovich A.L. Technologies of Processing Wood Foliage – New Approaches, Part 2. In the Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference: Innovations and Technologies in Forestry – 2013. St. Petersburg, Federal State-Funded Institution St. Petersburg Forestry Research Institute (SPFRI); 2013. p. 24-36.

4. Okhrimenko O.V. Napitok na osnove pakhty s ekstraktom khvoi sosny [Drink based on buttermilk with pine straw extract]. Dairyfarm bulletin, 2014, 2: 67-69.

5.Prytkov Y.N. et al /Biological substantiation of Application of the Coniferous-Energy Supplement in Feeding of Heifers. Journal of Pharmaceutical Sciences and Research Vol. 9(6), 2017, 817-821.

INFLUENCE OF CONIFEROUS ENERGY SUPPLEMENT ON COW PRODUCTIVITY

L.A. Kaziyakhmatova, O.Ju. Junusova
FSBEI HE «Perm SATU»
Perm, Russian Federation

Abstract. *The article presents the results of the influence of coniferous energy additives on the qualitative and quantitative indicators of milk productivity of cows. It has been established that the inclusion of a coniferous energy supplement in the rations of animal feeding contributes to an increase in milk productivity and the biological value of milk.*

Keywords*: dairy productivity, non-traditional feed, dairy cows, energy.*

Об авторах

Казияхматова Лиана Александровна (Пермь, Россия) – студент (магистр) кафедры животноводства, ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», e-mail: lianakaziahmatova@yandex.ru.

Юнусова Ольга Юрьевна (Пермь, Россия) – доцент кафедры животноводства, ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», e-mail: tppzh@pgsha.ru.

УДК 697.953
И.Р. Кафиев;
ФГБОУ ВО «Башкирский ГАУ»,
Уфа, Российская Федерация

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ ТЕПЛИЦЫ С АККУМУЛИРОВАНИЕМ ТЕПЛА

Аннотация. В статье разработана математическая модель системы управления микроклиматом теплицы с аккумулированием тепла. Предлагаемая математическая модель составлена из условия баланса энергии, воды и содержания углекислого газа в теплице. Модель предназначена для синтеза алгоритмов и расчета показателей качества управления микроклиматом теплицы.

Ключевые слова: система управления, микроклимат теплицы, аккумулирование тепла, температура воздуха, влажность воздуха, содержание углекислого газа.

Как указано в [1], рост растений, урожайность овощей и её качество, а также уровень потребления энергии во многом определяется микроклиматом в теплице. Поэтому высокую урожайность культур можно обеспечить поддержанием параметров микроклимата: температуры и влажности воздуха, содержания углекислого газа в теплице в допустимых пределах. Для выполнения этой задачи в теплице проводятся различные управляющие воздействия, как нагрев, вентиляция и увлажнение воздуха внутри теплицы, а также обогащение его диоксидом углерода. Определение параметров управляющих воздействий и показателей качества управления микроклиматом теплицы невозможно проводить без построения математической модели объекта.

Целью исследования является разработка математической модели системы управления микроклиматом теплицы с аккумулированием тепла (рис.1) [2].

Аккумулирование тепла в теплице происходит следующим образом: нагретый под ограждением 17 теплицы воздух поступает в воздухораспределитель 7. Далее вентилятором 1 по воздуховоду 5 подается через открытые жалюзи 15 в воздушный канал 10 с гравием 11. Теплый воздух, проходя через воздушный канал, нагревает гравий. Тепло, накопившееся в воздушной прослойке между частичками камней, будет нагревать воздух в теплице при снижении температуры окружающей среды.

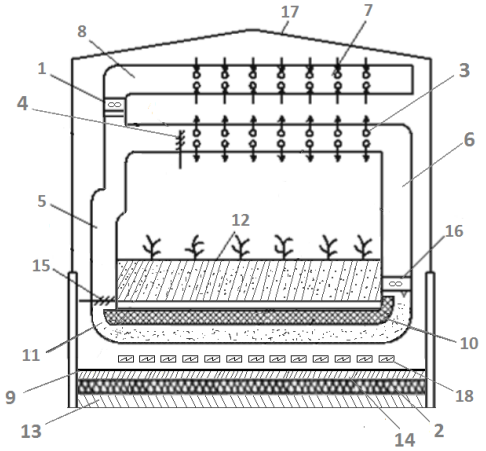


Рисунок 1. Теплица с аккумулированием тепла:
1, 16 – вентилятор; 2 – теплоизолятор; 3, 7 – воздухораспределитель; 4 – жалюзи; 5, 6, 8 – воздуховод; 9 – армирующая сетка; 10 – воздушный канал; 11 – гравий; 12 – почва; 13 –твердый слой почвы; 14 – песок; 15 – жалюзи; 17 – ограждение теплицы; 18 – нагревательные элементы

При разработке модели использованы следующие допущения:

– теплица представлена как закрытый объем воздуха, в котором не учитывается пространственное распределение переменных, описывающих её микроклимат;

– биомасса овощных культур является постоянной величиной, т.е. не учитывается изменение биомассы плодов в процессе их развития.

Предлагаемая математическая модель, представляет собой систему дифференциальных уравнений, описывающих процессы воздух-, масса - и теплообмена в теплице:

$$\begin{cases} \rho \cdot V \cdot C \cdot \dfrac{dT(t)}{dt} = P_n - P_o - P_c - P_a; \\ \rho \cdot V \cdot \dfrac{dX(t)}{dt} = G_c \cdot X_c - G_y \cdot X_y + Q_n; \\ \rho \cdot V \cdot \dfrac{dM_{co_2}(t)}{dt} = G_c \cdot M_{co_2 c} - G_y \cdot M_{co_2 y} + Q_{co_2}, \end{cases}$$

где ρ – плотность воздуха в теплице, кг/м^3;

V – объем воздуха в теплице, м^3**;**

C – удельная теплоемкость воздуха, Дж /°С·кг**;**

$T(t)$ – температура воздуха внутри теплицы, °С;

P_n – мощность тепловых поступлений от системы обогрева, Вт;

P_o – мощность теплопотерь через ограждающие конструкции теплицы, Вт;

P_c – мощность теплопотерь на обогрев свежего воздуха, Вт;

P_a – мощность теплопотерь на аккумулирования тепла, Вт;

$X(t)$ – абсолютная влажность воздуха внутри теплицы, кг/м^3;

G_c – расход поступающего снаружи в теплицу воздуха, кг/с;

X_c – абсолютная влажность поступающего в теплицу воздуха, кг/м^3;

G_y – расход уходящего из теплицы воздуха, кг/с;

X_y – абсолютная влажность уходящего воздуха, кг/м^3;

Q_n – расход пара, вырабатываемого системой полива, кг/с;

$M_{co2}(t)$ – абсолютное содержание CO_2 внутри теплицы, кг/м^3;

M_{co2c} – абсолютное содержание CO2 в наружном воздухе, кг/м^3;

M_{co2y} – абсолютное содержание CO2 в уходящем из теплицы воздуха, кг/м^3;

Q_{co2} – расход углекислого газа, выделяемого в результате окислительных процессов в теплице, кг/с.

Мощности P_n, P_o, P_c, P_a, расходы воздуха и углекислого газа определяются по формулам, приведенным в [3].

Разработанная математическая модель может быть использована для синтеза алгоритмов и расчета показателей качества управления микроклиматом теплицы с аккумулированием тепла.

Литература

1. Богуславский Л.Д., Ливчак В.И., Титов В.П. и др. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: справочное пособие / Под ред. Л.Д. Богуславского, В.И. Ливчака. М.: Стройиздат, 1990. 624 с.

2. Долгих П.П., Кулаков Н.В., Самойлов М.В. Анализ технологий и оборудования для управления системой микроклимата в теплицах на базе утилизированной тепловой энергии от систем облучения // Вестник НГИЭИ. 2016. № 8 (63). С. 80-94.

3. Егизаров А.Г. Общая теплотехника, теплоснабжение и вентиляция: учебник для вузов. М.: Стройиздат, 1982. 215 с.

MATHEMATICAL MODEL GREENHOUSE MICROCLIMATE MANAGEMENT SYSTEMS WITH HEAT STORAGEE

I.R. Kafiev
FSFEI HE «Bashkir SAU»
Ufa, Russian Federation

Abstract. *The article develops a mathematical model of a greenhouse microclimate control system with heat storage. The proposed mathematical model is made up of*

the condition of the balance of energy, water and carbon dioxide content in the greenhouse. The model is designed to synthesize algorithms and calculate indicators of the quality of greenhouse microclimate management.

Keywords: *control system, the microclimate of the greenhouse, heat storage, temperature, humidity, carbon dioxide content.*

Об авторе

Кафиев Иршат Рашитович (Уфа, Россия) – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Электрические машины и электрооборудование», ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», e-mail: kafiev02@mail.ru.

УДК 665.662.9

В.В. Лоткова, В.Б. Азаров;
ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ»,
Белгород, Российская Федерация

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ОБРАБОТОК ПОЧВЫ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

Аннотация. В течение ротации зернового севооборота изучалось влияние поверхностного способа обработки почвы под сельскохозяйственные культуры на изменение показателей плодородия чернозема типичного и продуктивность сои, озимой пшеницы и кукурузы на зерно. Материалами исследований доказано, что минимализация основной обработки почвы способствует активизации биологической активности, лучшей мобилизации азота органических удобрений и получению высокой урожайности зерна при наилучших показателях экономической эффективности агротехнологий.

Ключевые слова: Зерновые культуры, чернозём, плодородие, обработка почвы, агротехнологии, урожайность, рентабельность.

В земледелии Белгородской области принят курс на биологизацию и общую экологизацию сельскохозяйственного производства [1]. Биологические агротехнологии предусматривают возделывание сельскохозяйственных культур с широким использованием различных органических удобрений, сидератов и энергосберегающих способов обработки почвы с минимальным воздействием рабочими органами сельскохозяйственных орудий на верхний плодородный слой. Многими учёными в своих трудах отмечалась положительная роль снижения антропогенной нагрузки на почву [2, 3]. В Центрально-Черноземном регионе России в условиях нестабильного гидротермического режима вегетационного периода минимализация обработки почвы способствует лучшей влагообеспеченности пахотных почв, оптимальному температурному режиму [4, 5]. Для определения оптимальных сочетаний элементов агротехнологий возделывания зерновых культур в Ракитянском районе Белгородской области был заложен полевой опыт по изучению видов, доз и сроков внесения органических удобрений на фоне контрастных по глубине и интенсивности воздействия на почву основных обработок.

Схемой опыта предусмотрено изучение девяти уровней удобренности и двух способов обработки – минимальной поверхностной с глубиной воздействия на почву до 15 см и глубокой отвальной до 30 см.

Варианты удобренности:

1. Контроль без применения удобрений.
2. Минеральные удобрения на планируемый урожай 120 кг/га д.в. (по азоту).
3. Свиноводческие стоки на планируемый урожай.
4. Свиноводческие стоки на планируемый урожай (осенью 0,5 дозы+весной до посева 0,5 дозы).
5. Куриный помет на планируемый урожай.
6. Минеральные удобрения ½ дозы на планируемый урожай.
7. Свиноводческие стоки ½ дозы на планируемый урожай.
8. Куриный помет ½ дозы на планируемый урожай.
9. Свиноводческие стоки+куриный помет по ½ дозы.

Севооборот в опыте трехпольный зерновой, типичный для большинства хозяйств региона: соя- озимая пшеница- кукуруза на зерно.

Среди показателей плодородия почвы особое место занимает её агрофизическая характеристика. Особую актуальность данный факт приобретает в контексте применения энергосберегающих минимальных обработок почвы.

Как показали результаты наших исследований на вариантах с минеральной системой удобрения и на контроле без их применения показатели плотности почвы находились на уровнях незначительной уплотненности вне зависимости от способов обработки почвы. При использовании органических удобрений в виде компоста на основе птичьего помета наблюдается устойчивое уменьшение показателей плотности почвы, особенно заметная при минимальной обработке. Закономерность по уменьшению плотности почвы от внесения твердых органических удобрений объясняется перемешиванием основной субстанции компоста с почвенной массой, увеличением воздушных пор, пустот, сокращением массы почвы при равном объеме. Объемная масса почвы на уровне 1,10-1,15 г/см^3 позволяет корневой системе кукурузы полноценно развиваться и показывать в конечном итоге продуктивность, близкую к потенциальной.

Коэффициент структурности почвы повышается в ряду соя – кукуруза - озимая пшеница и существенно возрастает на фоне применения органических удобрений. По всей вероятности внесение компоста, приготовленного на основе птичьего (куриного) помета способствует образованию агрономически ценных частиц почвы благодаря клеящему эффекту органического вещества.

Поверхностная обработка почвы ввиду специфики воздействия на пахотный горизонт, выражающейся в минимальном нарушении почвенных агрегатов, способствовала созданию оптимальной, рыхлой, ореховато-комковатой структуры чернозема на полях экспериментального зернового севооборота.

По результатом проведения исследований по выявлению влияния факторов биологизации земледелия на изменение агрофизических свойств черноземных почв, можем сделать вывод о несомненной положительной роли органических удобрений и энергосберегающих технологий обработки почвы на процессы

разуплотнения почвы, повышения ее структурности, что влечёт за собой улучшение водного, воздушного, пищевого режимов почвы, активизации почвенной микрофлоры и, в конечном итоге, стабилизации сельскохозяйственного производства и экологической обстановки в агроландшафтах.

Исходные запасы азота на опытном поле по делянкам принципиально не отличались и составляли величину от 57 до 85 кг/га в верхнем 20-сантиметровом слое почвы и от 49 до 77 кг/га в более нижнем профиле почвы.

На распределение запасов минерального азота в почве под посевами зерновых культур значительное влияние оказал способ основной обработки почвы. При поверхностной заделке органических удобрений азот концентрируется в верхних, корнеобитаемых слоях почвы, тогда как при глубокой отвальной- мигрирует в нижележащие горизонты, что создает предпосылки для его вымывания и потери этого элемента для питания сельскохозяйственных культур.

При совместным внесением двух видов органических удобрений- компоста на основе помета и свиноводческих стоков по ½ дозе от полной нормы мы отмечаем постоянный рост концентрации минерального азота в почве в верхнем слое почвы при минимализации обработки. Если весной до посева величина запасов азота была на уровне 106 кг/га, то в июне-августе она возросла до 126 и 140 кг/га соответственно при условии полноценного развития растений кукурузы на этих вариантах. Данный факт способствует формированию благоприятного азотного режима почвы.

На абсолютном контроле без применения удобрений при глубокой отвальной вспашке запасы минерального азота были на уровне средних значений- 66-83 кг/га в верхнем и нижнем слое соответственно. С началом вегетации азотный фонд почвы несколько сократился с устойчивой динамикой по срокам отбора проб. Так, в начале августа в верхнем слое почвы отмечено всего 38 кг/га минерального азота.

Общая тенденция при внесении органических удобрений как в полной, так и в половинной норме при условии использования глубоких отвальных почвообрабатывающих орудий- снижение концентрации азота в почве в вернем слое до 20 см. Объясняется это глубокой заделкой органики и невозможностью азотным соединением перехода в верхние горизонты. Вместе с тем, в слое почвы 20-40 см запасы азота были достаточно высоки. На вариантах с внесением полной дозы компоста отмечена максимальная концентрация азота- на уровне 200 кг/га. Хотя, в верхнем слове запасы азота меньше, чем в нижнем, тем не менее они находятся на достаточно высоком уровне на удобренных делянках. При воздействии рабочих органов почвенных агрегатов не 100 % удобрительной массы попадает на глубину заделки. Так, на удобренных компостом и свиностоками вариантах в начале июня запасы минерального азота были выше 100 кг/га.

Различные вида, дозы и сроки применения органических удобрений привели к ярко выраженной дифференциации показателей продуктивности сои.

Уровень плодородия чернозема опытного участка позволил сформировать на вариантах без применения удобрений 15,8 ц/га зерна при поверхностном способе обработки почвы. Минеральные удобрения в дозе, рассчитанной на планируемый урожай практически не оказали позитивного влияния на показатель уро-

жайности. Сбор зерна на этом варианте опыта составил 17,3-17,5 ц/га, что говорит скорее о тенденции влияния. Объяснение данному факту следует искать в особенностях микробиологической активности под посевами сои. При визуальном осмотре корневой системы на делянках, удобренных азофоской, обнаружено практически полное отсутствие клубеньков, что говорит о крайне невысокой биологической фиксации атмосферного азота бобово-ризобиальным комплексом сои. Избыточное азотное питание сои на начальном этапе развития растений спровоцировало угнетение корневой системы, задержку в прохождении фаз онтогенеза и, как следствие, невысокую отдачу от вносимых удобрений.

Органические удобрения, благодаря наличию в своей структуре свежего органического вещества, собственного микробиологического сообщества, показали достаточно высокую эффективность. Свиноводческие стоки, как в полной, так и в половинной дозе, позволили получить дополнительно от 3,8 до 7,7 ц/га зерна при большей эффективности при дробном внесении с наименьшей существенной разницей по опыту 2,7 ц/га.

Куриный помет, как концентрированное органическое удобрение, способствовал получению урожайности сои на уровне 22,5-27,6 ц/га.

Лучшим вариантом опыта по его влиянию на зерновую продуктивность сои является совместное внесение птичьего помета и свиноводческих стоков в половинных нормах на планируемый урожай. Полученная в этом случае урожайность- 33 ц/га- намного превышает среднеобластную.

Отвальная глубокая обработка почвы способствовала получению более высокой урожайности сои по всем вариантам опыта с сохранением всех отмеченных выше закономерностей по влиянию удобрительных продуктов. Однако, полученная прибавка 1,5- 2,5 ц/га не относится к математически достоверной и в этом случае уместнее говорить о тенденции. Лучшим вариантом, как и при поверхностной обработке, было совместное внесение жидких и твердых органических удобрений с несколько меньшей величиной 32,2 ц/га.

Все органические удобрения были эффективны при их внесении под озимую пшеницу. От свиноводческих стоков прибавка составила 4,1-13,13,6 ц/га. Хороший результат отмечен нами при переносе половины дозы свиностоков на весеннее внесение. Доступные для растений азотные соединения, главным образом нитратные, при внесении по тало-мерзлой почве сразу включились в метаболизм растений пшеницы в критический период потребления азота и, таким образом, значительно повысили эффективность данного удобрительного продукта.

Более 50 ц/га получено при внесении полной дозы птичьего помета и совместном внесении его со свиностоками по поверхностной обработке почвы.

Высокие показатели естественного плодородия, общая культура земледелия позволили получить даже на неудобренных делянках урожайность зерна кукурузы на уровне 44,3-58,6 ц/га. Минеральные дозы показали прибавку от полной дозы 28-31 ц/га, от половинной- 21-25 ц/га, т.е. минеральные удобрения, внесенные на планируемый урожай не показали своей оптимальной эффективности.

Органические удобрения в виде свиноводческих стоков повысили урожайность зерна до величин 84,2-96,3 ц/га от полной дозы и до 71,9-76,2 ц/га от половинной.

Компост на основе куриного помета при полной норме внесения на планируемый урожай показал урожайность практически на уровне расчетной- 101,3-116,9 ц/га, а половинная доза при поверхностной заделке позволила получить порядка 100 ц/га.

Разделение полной дозы свиноводческих стоков на равные части – осенью и весной позволила дополнительно собрать 7-17 ц/га по сравнению со внесением всей дозы осенью. Наибольший урожай кукурузы зафиксирован при совместном применении свиноводческих стоков и птичьего компоста – 122,1 ц/га при поверхностном способе обработки почвы.

Как показывают расчеты, эффективность возделывания кукурузы по предложенным системам удобрения при поверхностной обработки почвы, в том числе органического, находится на достаточно высоком уровне, позволяющем при реализации в производство хозяйству принимать бюджет развития, выплачивать работникам достойную заработную плату и выполнять социальные обязательства. В данном разделе вариант опыта с контролем без применения удобрений служит исключительно для сравнения предлагаемых технологий и, безусловно, не рассматривается в качестве продуктивного.

Высокие общие затраты по технологической карте объясняются дорогим семенным материалом гибридов зарубежной селекции, необходимостью неоднократных обработок химическими средствами защиты растений, стратегической политикой холдинга, предусматривающей выплату достойной заработной платы и содержанием социальных объектов.

В целом, экономическая эффективность возделывания кукурузы по удобренным вариантам при поверхностном способе заделки показала рентабельность производства на уровне 21-87%.

Лучшими вариантами были технологии внесения полной дозы компоста, дробного внесения свиноводческих стоков и совместное применение стоков и компоста. При обработки почвы с оборотом пласта уровень рентабельности был несколько ниже. В этом случае даже применение минеральных удобрений не показало высокую экономическую эффективность.

Объясняется это главным образом более низкой урожайностью кукурузы, а также увеличением затрат ввиду применения при обработке более энергоёмких агрегатов. Наивысший уровень рентабельности- 66% показан при глубокой заделке половинных норм компоста на основе птичьего помета и свиноводческих стоков.

Обобщая полученный экспериментальный материал по изучению влияния дифференцированных способов обработки почвы на фоне применения различных видов органических удобрений можно сделать вывод о несомненной положительной роли минимизации механического воздействия на почву. При сопоставимой продуктивности зерновых культур, энергосберегающие способы основной обработки почвы способствуют естественному восстановлению почвенного плодородия, создают предпосылки для его расширенного воспроизводства, улучшают агрофизические свойства чернозема и повышают доступность для растений питательных веществ из вносимых удобрений.

Литература
1. Постановлением Правительства Белгородской области № 14-ПП от 26 января 2015 года «О внедрении биологической системы земледелия»
2. Экологическое состояние чернозёмов при биологизации земледелия / А.В. Косов, Н.И. Клостер, В.Б. Азаров // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского ГАУ.- 2020.- № 164.- с. 70-85.
3. Эколого-агрохимические аспекты внедрения приёмов биологизации при возделывании озимой пшеницы / Н.И. Клостер, Б.Ф. Азаров, В.Б. Азаров // Почвозащитное земледелие в России: Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 45-летию ВНИИЗиЗПЭ- Курск, 2015.- с. 143-145.
4. Родионов В.Я., Клостер Н.И. Удобрения в современном земледелии/ В.Я. Родионов.- Белгород, 2013.- 213 с.
5. Kloster N.I., Azarov V.B. Biologization technologies in agriculture of the Belgorod region International Scientific and Practical Conference «Fundamental Scientific Research and Their Applied Aspects in Biotechnology and Agriculture» (FSRAABA 2021) BIO Web of Conferences 36, 03010 (2021) **Volume** 36, 2021.

USTIFICATION OF THE USE OF ENERGY-SAVING SOIL TREATMENTS IN AGRICULTURE OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION

V.V. Lotkova, V.B. Azarov
FSBEI HE « Belgorod SAU»
Belgorod, Russian Federation

Abstract. *During the rotation of the grain crop rotation, the influence of the surface method of tillage for agricultural crops on the change in the fertility of typical chernozem and the productivity of soybeans, winter wheat and corn on grain was studied. Research materials have proved that the minimization of basic tillage contributes to the activation of biological activity, better nitrogen mobilization of organic fertilizers and obtaining high grain yields with the best indicators of economic efficiency of agricultural technologies.*

Keywords*: Grain crops, chernozem, fertility, tillage, agricultural technologies, productivity, profitability.*

Об авторах

Лоткова Виктория Викторовна (Белгород, Россия) – студент агрономического факультета ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В. Я. Горина», e-mail: lotkova2001@mail.ru.

Азаров Владимир Борисович, (Белгород, Россия) – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, кафедра земледелия ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В. Я. Горина», e-mail: azarov.v.@mail.ru.

УДК 631.3; 631.8
Е.А. Лялин;
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,
Пермь, Российская Федерация

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СПИРАЛЬНО-ВИНТОВОГО ДОЗАТОРА МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Аннотация. Предложено и описано устройство для дозированной выдачи минеральных удобрений со спирально-винтовым рабочим органом. Описан принцип работы и сам рабочий процесс спирально-винтового дозатора минеральных

удобрений. Рассчитана и определена подача дозатора при некоторых параметрах рабочего органа. Рассчитана частота вращения спирали и определена необходимая мощность привода дозатора.

Ключевые слова: подача, минеральные удобрения, спирально-винтовой дозатор, дозирование, расчет.

Ведение. Минеральные удобрения – главное средство повышения урожайности культурных растений [1, 4].

Основной состав удобрений это, аммиачные, калийные или фосфорные соли.

Технологический процесс внесения минеральных удобрений включает в себя, погрузку из мест хранения в транспортные средства, перевозку их к местам разбрасывания и внесение в почву.

Наиболее распространенный способ внесения минеральных удобрений – разбрасывание с последующей заделкой их в почву. Главная задача вносить их равномерно по всей поверхности поля соблюдая установленную подачу и дозировку в строгих пределах. Для равномерного внесения и распределения удобрений применяют различные питатели, установленные на машинах для внесения минеральных удобрений, но процесс подачи и дозированию удобрений данными питателями не совершенен – наблюдается неравномерность потока и погрешность дозированной подачи минеральных удобрений [1, 6, 7].

Новаторским решением данных недостатков является специально спроектированные и разработанный спирально-винтовой дозатор спирально-винтового дозатора (СВД).

Описание установки. Спирально-винтовой дозатор, схема представлена на рисунке. Основные части СВД – сменные спирали и кожуха. Крепление спирали на валу привода происходит за счет муфты.

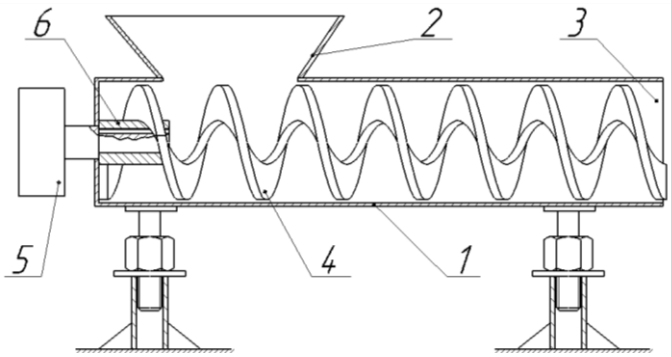


Рисунок. Принципиальная схема лабораторного спирально-винтового дозатора:1 – цилиндрический корпус; 2 – загрузочная горловина; 3 – разгрузочная горловина; 4 – спираль; 5 – привод (мотор-редуктор); 6 – муфта

Рабочий процесс лабораторного спирально-винтового дозатора: включением привода, вращательный момент передается рабочему органу, посредством шпоночного соединения. За счет вращения спирали материал перемещается от загрузочной горловины к выгрузному окну.

Изменение объема дозирования осуществляется замены спирали с одними техническими показателя на другую, а также кожуха с диаметром, соответствующим необходимому зазору и диаметру спирали [2, 3].

Для замена спирали необходимо снять выгрузную горловину и вынуть спираль, затем установить новую.

Расчет. При использовании разбрасывателя минеральных удобрений МВУ-0,5 с внедренным в него спирально-винтовым дозатором, агроном вводит норму внесения удобрения в почву, которая составляет q = 80 кг/га. По техническим данным скорость для равномерного внесения удобрений равняется υ = 6 км/ч, а рабочая ширина разбрасывателя h = 16 м. Поле является прямоугольником со сторонами a = 256 м b = 625 м [4].

Для расчета подачи удобрений спирально-винтовым дозатором рассчитаем общую производительность установки за 1 час рабочего времени.

$$Q_1 = \upsilon \cdot h \cdot k, \qquad (1)$$

где k – коэффициент, учитывающий использование рабочего времени, k = 0,85.

$$Q_1 = 6000 \cdot 16 \cdot 0{,}85 = 8{,}16 \text{ га/ч}$$

Следовательно, из уравнения (1) на обработку 8,16 га поля потребуется 1 ч рабочего времени. Тогда подача дозатора (питателя) Q будет равняться:

$$Q = Q_1 \cdot q = 8{,}16 \cdot 80 = 652{,}8 \frac{\text{кг}}{\text{ч}} \qquad (2)$$

Из уравнения (2) видим, что подача СВД должна составлять 652,8 кг/ч.

Рассмотрим процесс движения комбикорма в кожухе спирально-винтового дозатора. Объем материала, выдаваемый за один оборот спирали, находят по общепринятому выражению [2, 5, 8]:

$$V = \pi d^2 s\left(1 - \sqrt{1 - \psi}\right) \ln ctg \frac{\alpha + \varphi}{2} \text{ м}^3, \qquad (3)$$

где d – диаметр витка спирали, м;

s – шаг спирали, м;

ψ – коэффициент наполнения ψ =0,889;

α – угол наклона винтовой линии спирали, α = 20°;

φ – угол трения продукта по винтовой поверхности пружины, φ = 56°.

Подача Q рассчитывается через количество оборотов спирали в минуту на объем выдаваемой порции удобрений

$$Q = V \cdot n \cdot t \qquad (4)$$

где n – частота вращения спирали, n = 43 мин$^{-1}$;

t – время, t = 60 мин.

$$Q = 0{,}253 \cdot 43 \cdot 60 = 652{,}74 \text{ кг/час}$$

Потребляемую мощность (N, кВт) привода горизонтального и наклоненного до 20° к горизонту спирально-винтового дозатора А.Н. Глобин и И.Н. Краснов [1] предлагают вычислять по формуле

$$N = \frac{Q}{367 \cdot \eta}(L_{\text{п}} \cdot w + H)K_1, \qquad (5)$$

где η – КПД привода;

$L_{\text{п}}$ – горизонтальная составляющая перемещения материала, м;

H – высота транспортировки материала, м;

w – коэффициент сопротивления транспортировки груза в корпусе дозатора, w = 2,5;

K_1 – коэффициент, учитывающий потери на трение в подшипниках (K_1 = l,2...1,7).

$$N = \frac{0{,}253}{367 \cdot 0{,}3} \cdot (0{,}472 \cdot 2{,}5 + 0) \cdot 1{,}7 = 46 \text{ Вт}$$

В результате технологических расчетов спирально-винтового дозатора получены следующие результаты: при оборотах спирали n = 43 мин$^{-1}$ подача Q составляет 652,74 кг/час, а энергопотребление N = 46 Вт.

Данные расчеты позволят подобрать необходимый привод, а также оценить и соотнести подачу питателя (дозатора) с другими устройствами.

Литература

1. Луханин В.А. Повышение равномерности внесения минеральных удобрений оптимизацией параметров дозаторов, направителей и центробежных распределителей: специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Луханин Владимир Александрович. – Зерноград, 2012. – 192 с.

2. Лялин Е.А. Теоретическое описание процесса подачи спирально-винтового дозатора / Лялин Е.А., Трутнев М.А. // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно- практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов (Пермь, 11-14 марта 2014 года): Часть 4. – Пермь ИПЦ «Прокростъ» 2014. – С.26-28.

3. Лялин Е.А., Трутнев М.А. Обоснование конструктивных параметров спирально-винтового дозатора с регулированием дозы путем изменения числа оборотов спирали // Научно-практический журнал Пермский аграрный вестник 2017, №3, С. 45-50.

4. Ненайденко Г.Н. Минеральные удобрения (их свойства и особенности использования): учебное пособие / Г.Н. Ненайденко, А.А. Борин. — Иваново: ИГСХА им. акад. Д.К.Беляева, 2018. — 157 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/135272 (дата обращения: 23.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Нукешев С.О. Производительность дозатора для дифференцированного внесения минеральных удобрений / С.О. Нукешев, Д.А. Сыздыков // Инновационные процессы в АПК: Сборник статей III Международной научно-практической конференции преподавателей, молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 50-летию образования Аграрного факультета РУДН, Москва, 13–15 апреля 2011 года. – Москва: Российский университет дружбы народов, 2011. – С. 190-191.

6. Петровец А.В. К вопросу создания высокоточного дозатора к машинам для внесения минеральных удобрений / А. В. Петровец, Н. И. Дудко // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 1. – С. 140-142.

7. Романюк Н.Н. К вопросу разработки конструкции устройства для внесения минеральных удобрений / Н.Н. Романюк, С.О. Нукешев, А.М. Хартанович // Актуальные проблемы инновационного развития и кадрового обеспечения АПК: Материалы VII Международной научно-практической конференции, Минск, 04–05 июня 2020 года. – Минск: Белорусский государственный аграрный технический университет, 2020. – С. 204-206.

DETERMINATION OF THE PARAMETERS OF THE SPIRAL SCREW FERTILIZER

E.A. Lyalin
FSBEI HE «Perm SATU»
Perm, Russian Federation

Abstract. *A device for metered dispensing of mineral fertilizers with a spiral-screw working body is proposed and described. The principle of operation and the working process of the spiral screw dispenser of mineral fertilizers are described. The feed rate of the doser is calculated and determined for certain parameters of the working body. The frequency of rotation of the spiral was calculated and the required power of the dispenser drive was determined.*

Key words: *feed, mineral fertilizers, spiral-screw dispenser, dosing, calculation*

Об авторе

Лялин Евгений Александрович (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Сельскохозяйственных машин и оборудования, ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», e-mail: evgen159@list.ru.

УДК 628.355
Р.М. Маркевич, С.А. Витебский, А.С. Лоцкая;
УО «БГТУ»,
Минск, Республика Белоруссия

КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МОЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. В статье приведен анализ результатов мониторинга показателей сточных вод молочного производства на стадиях физико-химической и биологической очистки. Для стадии физико-химической очистки прослежено влияние дозировки коагулянта и флокулянта на удаление взвешенных веществ и снижение показателя ХПК. Для стадии биологической очистки оценено влияние содержания кислорода и дозы ила на удаление соединений азота и фосфора и окисления органических веществ.

Ключевые слова: сточные воды, молочное производство, коагулянт, флокулянт, уровень аэрации, химическое потребление кислорода.

Сточные воды предприятий по переработке молока характеризуются высоким уровнем загрязненности, непостоянством расхода и состава.

Источниками загрязнения сточных вод являются потери молока и молочных продуктов, отходы производства, реагенты, применяемые при мойке оборудования, примеси, смываемые с поверхностей тары, полов, транспорта.

Расход и состав сточных вод предприятий молочной промышленности определяются объемом и ассортиментом выпускаемой продукции, технологией производства. Количество сточных вод зависит от профиля производства, наличия оборотных систем водоснабжения и составляет от 1,0 до 6,0 $м^3$ на 1 т переработанного молока. Концентрация примесей также зависит от вида выпускаемой продукции.

Высокая суточная неравномерность качественного состава, расхода и значений pH сточных вод молочных производств связана с режимом работы конкретного предприятия и видом используемых моющих реагентов. Значительные колебания уровня загрязненности и количества сточных вод в течение суток вызваны залповыми сбросами отходов производства, моющих веществ и цикличностью технологических процессов.

Величина pH сточных вод в значительной степени определяется технологией производства и ассортиментом выпускаемой продукции. На молочноконсервных и маслодельных заводах сточные воды могут иметь нейтральные значения pH, для сыродельных заводов, предприятий, выпускающих творог и кисломолочные продукты, характерны сточные воды со значением pH около 6,0.

Сброс в канализацию кислотных и щелочных реагентов, применяемых при мойке оборудования, вызывает колебания значения pH. В основном на молочных заводах применяют щелочные моющие растворы.

Концентрация взвешенных веществ в сточных водах колеблется в широких пределах в зависимости от технологического цикла производства. Основная часть взвешенных веществ представлена органическими соединениями, частичками

твердых продуктов переработки молока (кусочки творога, молочные пленки, сырное зерно и пр.), а также примесями (грунт, песок), попадающими в канализацию при мойке технологического оборудования, тары, помещений.

Значения показателей ХПК и $БПК_{полн}$ сточных вод молокозаводов колеблются в широких пределах, разовые значения концентрации органических веществ по ХПК могут возрастать до 8000-12000 мг/дм^3. Для исходных сточных вод молокозаводов $БПК_{полн}$ составляет 60–80% ХПК [1-3, 7].

Резкие изменения pH, расхода сточных вод молочного производства, поступление с ними большого количества органических загрязнений нарушают нормальный режим работы очистных сооружений, значительно ухудшают эффективность биологической очистки. Это обусловливает необходимость усреднения состава и расхода сточных вод, а также применение их предварительной физико-химической обработки с высокими затратами на реагенты [4, 5].

Биологическая очистка осуществляется по технологии последовательного или переменно-последовательного действия, с созданием условий для денитрификации и дефосфотации либо в анаэробных условиях. В анаэробных биореакторах используется гранулированный активный ил, в реакторах, работающих в условиях аэрации – преимущественно, в виде хлопков, во взвешенном состоянии или в прикрепленном в виде биопленки. Эффективным способом удержания биомассы является использование мембранного биореактора. Отделение взвешенного активного ила от очищенных сточных вод в основном осуществляется в биофлотаторах, реже – путем осаждения. Для обезвоживания флотошлама и избыточного активного ила применяются декантерные центрифуги либо шнековые прессы, с целью повышения эффективности обезвоживания добавляются реагенты, чаще всего катионный флокулянт. Следовательно, иловая вода, которая возвращается на очистку, содержит остатки реагентов. Таким образом, все стадии процесса взаимосвязаны и взаимозависимы [2, 3, 6-8].

Технология очистки сточных вод на ОАО «Туровский молочный комбинат» включает механическую очистку на барабанном сите, усреднение в буферной ёмкости, после чего следует физико-химическая стадия очистки. В усредненные сточные воды во флокуляторе дозируются коагулянт, каустическая сода и анионный флокулянт, затем во флотаторе отделяется флотошлам. Осветлённые сточные воды в контактном тенке смешиваются с активным илом, откуда насосами подаются в аэрационные ёмкости. Со дна аэрационной ёмкости иловая смесь поступает на биофлотатор, где происходит отделение очищенных сточных вод от аэробного ила. Очищенная вода поступает на биопруды, а ил возвращается в контактный тенк для смешивания с осветленными сточными водами.

Высокий уровень загрязнения сточных вод производства молочных продуктов как по показателю ХПК, так и по содержанию общего фосфора обусловливает необходимость применения реагентной обработки. Поскольку сточные воды характеризуются непостоянством расхода и состава, важное значение имеет систематический контроль показателей сточных вод, поступающих на очистные сооружения, выбор реагентов с учетом их эффективности и стоимости, правильная их дозировка, оценка влияния различных факторов на полноту очистки.

Целью работы являлся мониторинг показателей сточных вод (значение ХПК на входе и выходе, содержание общего азота и фосфора, доза активного ила, концентрация растворенного кислорода) для установления влияния вида и дозы реагентов (флокулянт, коагулянт) на эффективность как физико-химической очистки, так и последующей биологической очистки сточных вод, а также определение оптимальной дозы активного ила и концентрации растворенного кислорода.

Анализ показателей сточных вод на разных стадиях очистки проводили с использованием кюветных тестов: LCK 014 и LCK 514 – на ХПК, LCK 339 – на азот нитратный, LCK 350 – на ортофосфат и общий фосфор, LCK 305 – на азот аммонийный, LCK 138 и LCK 338 – на общий азот.

Выбор наиболее подходящих реагентов и правильная их дозировка является важной задачей, поскольку определяет эффективность как физико-химической очистки, так и последующей биологической очистки сточных вод. Учитывая специфичность состава сточных вод каждого производства, а также состав и режимы работы очистных сооружений, подбор реагентов проводится экспериментальным путём, сначала в лабораторных, а затем в промышленных условиях.

Основные задачи, которые ставились перед выбором того или иного реагента, это обеспечение эффективного удаления загрязнений по показателю ХПК и общего фосфора при наименьшей стоимости коагулянта за очистку 1 $м^3$ сточных вод, т.е. при оптимальном сочетании цены и дозировки реагента.

Испытаны высокоосновный коагулянт полиалюминий гипохлорид марки БОПАК-А, с содержанием Al_2O_3 18–20%, и низкоосновный коагулянт хлорид полиалюминия марки Оксихлорид алюминия-3 (ОХА-3), с содержанием Al_2O_3 12–15%.

Промышленные испытания показали, что эффективность удаления загрязнений по показателю ХПК при использовании обоих коагулянтов составляет от 30 до 55%. При использовании низкоосновного коагулянта ОХА-3 степень удаления общего фосфора на 40–50% выше, чем в случае применения коагулянта БОПАК-А. Вместе с тем, для достижения данного эффекта дозировка низкоосновного коагулянта должна быть выше на 65–70%, что делает стоимость очистки 1 $м^3$ сточных вод выше, чем при использовании БОПАК-А.

Проведен мониторинг удаления взвешенных веществ и загрязнений по показателю ХПК на стадии физико-химической очистки в зависимости от подачи реагентов: коагулянта БОПАК-А и флокулянта марки Flopam AN 934 SH анионный полиакриламит, со степенью гидролиза 30–40% и молекулярной массой 14–16 млн. Да (в виде 0,15%-ного раствора).

В течение анализируемого периода значения ХПК сточных вод, поступающих на физико-химическую очистку, находились в основном в пределах 6500–9000 мг/$дм^3$, на входе в аэробный реактор этот показатель составлял 3500–6500 мг/$дм^3$. В среднем за рассмотренный период снижение ХПК составляло 30–40%, удаление взвешенных веществ находилось на уровне 85–95%.

На стадии биологической очистки прослежена зависимость удаления загрязнений по показателю ХПК от концентрации кислорода в аэротенке. В период, когда значения ХПК на входе находились в основном в пределах 4000–5000 мг/$дм^3$, содержание кислорода составляло от 4 до 7 мг/$дм^3$. В случае увели-

чения показателя ХПК до максимальных значений (5800–6500 мг/дм^3) содержание растворенного кислорода резко уменьшалось, что приводило к снижению эффективности очистки сточных вод по показателю ХПК. Средняя степень удаления ХПК за рассмотренный период составила 96–97%.

Содержание азота аммонийного снижалось на стадии биологической очистки на 84–94%, фосфора фосфатного – на 55–67%. Для удаления соединений азота не прослеживается четкой зависимости от содержания кислорода, поскольку необходима реализация двух процессов, нитрификации и денитрификации, при этом для второго процесса кислород не нужен. Выявлена взаимосвязь между дозой ила в аэротенке и удалением соединений фосфора. Эта зависимость объясняется способностью определенных групп бактерий активного ила накапливать в клетках полифосфаты, т.е. эти бактерии способны потреблять фосфора больше, чем его нужно на прирост биомассы. Увеличение дозы ила, и, соответственно, увеличение количества таких бактерий, приводит к увеличению потребления фосфора микроорганизмами и лучшему его удалению с избыточным илом.

Для достижения наилучшего эффекта очистки необходим систематический контроль показателей сточных вод, поступающих на разные стадии очистки, а при изменении режимов одной из стадий учитывать влияние на весь процесс в целом.

Литература

1. Ануфриев В.Н. Состав производственных сточных вод предприятий молочной промышленности // Экология на предприятии. – 2014. – № 5 (35). – С. 83–86

2. Данилович Д.А. Современные решения по очистке сточных вод / Д.А. Данилович, А.А. Максимова // Молочная промышленность. – 2011. – №8. – С. 73-77.

3. Дятлова Т.В. Очистка сточных вод молокозаводов / Т.В. Дятлова, С.Г. Певнев, Т.Г. Федоровская // Водоснабжение и санитарная техника. – 2008. – № 2. – С. 12–17

4. Капитонова С.Н. Интенсификация очистки сточных вод молочного производства в комбинированных флотационных аппаратах / С.Н. Капитонова, Б.С. Ксенофонтов, И.И. Заводяной, А.А. Жигалова, М.А. Кривочкин // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2020. – №10(154). – С. 32–36

5. Мазуряк О.Н. Очистка сточных вод молокозаводов // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. – 2016. – Т. 1. – С. 432–440

6. Процесс очистки сточных вод молочного предприятия [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.pergam.ru/articles/dairy_wastewater_treatment.htm (дата обращения: 20.01.2022)

7. Степанов С.В. Биологическая очистка сточных вод предприятий молочной промышленности в мембранном биореакторе (часть 1) // С.В. Степанов, О.С. Солкина, К.М. Морозова, А.С. Степанов, Т.В. Соколова, М.А.Жукова // Водоснабжение и санитарная техника. – 2016. – № 12. – С. 28-34.

8. Степанов С.В. Биологическая очистка сточных вод предприятий молочной промышленности в мембранном биореакторе (часть 2) // С.В. Степанов, О.С. Солкина, К.М. Морозова, А.С. Степанов, Т.В. Соколова, М.А. Жукова // Водоснабжение и санитарная техника. – 2017. – № 2. – С.60-65.

9. Хабибуллин Р.Э. Технологические аспекты комбинированной анаэробно/аэробной технологии очистки сточных вод молочного производства / Р. Э. Хабибулин, А. М. Петров, И. В. Князев // Вест. Казан. тех-го. ун-та. 2010. – № 11. – С. 317-326.

CONTROL OF WASTEWATER TREATMENT PROCESS FOR DAIRY PRODUCTION

R.M. Markevich, S.A. Vitebski, A.S. Lockaya
IE «BSTU»
Minsk, Republic of Belarus

Abstract. *The article shows the analysis of the results of monitoring the indicators of dairy production wastewater on the physical, chemical and biological treatment*

stages. The influence of the dosage of coagulant and flocculant on the suspended solids removing and the COD reduction was traced for the stage of physical and chemical treatment. The influence of the oxygen content and the sludge dose on nitrogen and phosphorus compounds removing and the organic substances oxidation was evaluated for the stage of biological treatment

Keywords: *waste water, dairy production, coagulant, flocculant, aeration level, chemical oxygen demand.*

Об авторах

Маркевич Раиса Михайловна (Минск, Беларусь) – кандидат химических наук, доцент кафедры биотехнологии, УО «Белорусский государственный технологический университет», e-mail: marami@tut.by

Витебский Сергей Анатольевич (Минск, Беларусь) – студент (магистратура) кафедры биотехнологии, УО «Белорусский государственный технологический университет», e-mail: vsergey140889@mail.ru

Лоцкая Анастасия Сергеевна (Минск, Беларусь) – студент (специалитет) кафедры биотехнологии, УО «Белорусский государственный технологический университет», e-mail: anastasiyaivanova8@gmail.com

УДК 616.995.132:599.742.22
Д.А. Негодных;
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,
Пермь, Российская Федерация

ТРИХИНЕЛЛЕЗ БЕЛЫХ МЕДВЕДЕЙ

Аннотация. В статье рассмотрена тема заражения трихинеллезом у белых медведей, а также предположения, кто является источником заражения (песцы, тюлени, моржи). Приведены примеры заражения трихинеллезом людей при поедании мяса белых медведей во Франции, Канаде (Нунавик), Гренландии.

Ключевые слова: белые медведи, трихинеллез, заражение, песцы, тюлени, моржи.

Введение

Трихинеллез – особо опасная паразитарная болезнь человека и животных, характеризующаяся широким распространением в природном и синантропном биоценозах [1,2]. Хозяевами *Trichinella spiralis* являются более 120 видов животных и десятки видов птиц, обитающих практически на всех континентах от Арктики до тропиков.

Трихинеллез во многих регионах оценивается как природно-очаговая инвазия, что связано с употреблением населения мяса диких животных, добытых на охоте (бурых и белых медведей, кабанов), и экзотических блюд их мяса барсуков, собак, нутрий и др.[3].

Трихинеллез может вызвать серьезные заболевания, особенно у пожилых людей, у которых тяжелые осложнения, такие как миокардит или энцефалит [4].

Важная биологическая характеристика вида трихинелл состоит в том, что мышечные личинки выживают в замороженных мышцах хищников до 5 лет, способствуя передаче от одного плотоядного животного к другому, таких как те, которые существуют в этих областях [5].

Белые медведи являются резервуаром для заболевания трихинеллез на Аляске, Гренландии, Канаде, в Норвежском, Баренцевом морях, на Чукотском полуострове. Белый медведь это самый крупный в мире вид медведя и самый крупный наземный хищник, самцы весят больше чем самки. Белый медведь встречается в арктических регионах, где есть доступ к морскому льду в течении большей части года. Белый медведь считается вымирающим видом из-за глобального потепления. В дикой природе обычно доживают до 20-30 лет.

Материалы и методы

Был проведен анализ эпидемиологических данных из литературных источников по заболеваниям белых медведей и человека трихинеллезом.

Результаты и их обсуждения

Первая задокументированная вспышка трихинеллеза среди людей связанная с мясом белых медведей произошла в Штутгарте, Германия, в 1930 году. Конелл упоминает, что вспышка «серьезно затронула около 100 человек и стала причиной смерти 13 человек» и имела арктическое происхождение т.е. заражение человека через употребления в пищу копченой ветчины белового медведя который продавал трактирщик. Медведя забили в зоопарке, заражение произошло в неволе.

Весной 1944 года около 15 человек заразились трихинеллезом от мяса белого медведя на Земле Франца-Иосифа, их пришлось перевезти в Норвегию для госпитализации.

В 1949 году также было сообщение о заражении людей через мяса белого медведя на Чукотском полуострове в Сибири.

В 1950-1960-х годах не было обнаружено никаких инфекций среди домашних свиней, которых кормили импортными остатками корма, которые происходили с американской военной базы в Кефлавике.

В 1956 три случая среди членов советской полярной экспедиции на острове Беннетта (остров Де-Лонга) после употребления в пищу мяса белого медведя.

Случаи также были зарегистрированы в Арктической Канаде: два случая в Спенс-Бэй в 1961 году, 12 случаев в Пангниртунге (Нунавик) в 1977 году, и один случай в Корал Бэй, один случай в 1989 годув Кораловом заливе (Нунавут), в 1995 году в Гренлдандии, 1998 один случай в Инукджуак (Нунавик).

2001 году 6 случаев заражения в Аасиат (Западная Гренландия) заражение произошло с перемешанным мясом белого медведя с мясом моржа, в 2013 году 18 случаев заражения в Инукджуак (Нунавик), в 2016 году 3 случая в Скорсбисунде (Восточная Гренландия). Два французских пилота остановились на несколько часов в Гренландии, ели стейк белого медведя, и через несколько недель у них был диагностирован трихинеллез.

В 2001 году было зарегистрировано 6 случаев заражения трихинеллезом при употреблении в пищу зараженного мяса, предположительно от моржа или белого медведя, пойманных в западной Гренландии.

Мясо моржа является основной причиной трихинеллеза у арктических популяций, поскольку его употребляют в сыром или ферментативном виде и вполне мог быть причиной заражения.

В 2008 году в 185 км от северного побережья Исландии, подплыли два белых медведя самец и самка, медведи были застрелены из соображений безопасности, самец был застрелен 3 июня, самка 16 июня. Туши были доставлены в Институт экспериментальной патологии в Кельдурском университете Исландии, где были собраны различные биологические образцы. Оба медведя были маленькими самец весил – 220 кг, длина тела – 209 см, самка весила – 142 кг, длина тела – 194 см. Примерный возраст самца 22,5 года, самки 14,5 лет. Трихинелла была обнаружена только у самца (8 личинок на языке, 6 личинок в жевательной мышце, 4 на диафрагме).

Белые медведи распространены по всему арктическому региону, окружающему Северный полюс, границы определяют покровом Северного ледовитого океана и окружающих прибрежных районов. Распространенность трихинеллеза белых медведей распространяется в зависимости от географического региона и увеличивается с возрастом.

У белых медведей из морей Бофорта и Чукотки антитела на трихинеллу были обнаружены серологически. Это очень высокая серологическая распространенность связана с тем, что белый медведь находится на вершине пищевой цепи и его продолжительность жизни больше, чем у других хищников.

В 2013 году в деревне Инукджуак (Нунавик) произошла вспышка трихинеллеза. Выявлено было 18 случаев 14, из которых были подтверждены биологическими анализами, 4 вероятных. Мясо было смешано с другим видом мяса, возможно с олениной. Северный олень не является переносчиком трихинеллеза и показал низкую чувствительность к трихинеллезу при экспериментальных исследованиях.

В 2016 году 3 случая заражения, все зараженные за 3 недели до этого съели около 200 г недостаточно приготовленного мяса белого медведя. Белый медведь весом около 400 кг был застрелян местным охотником в Восточной Гренландии. Это недоваренное мясо ели трое французских путешественников, в то время как местные жители ели мясо вареным.

Трихинеллез никогда не был зарегистрирован у людей и домашних и диких животных в Исландии. Единственным наземным млекопитающим во время заселения норвежцами поселенцами Исландию был песец, который до сих пор распространен в Исландии. Не смотря на то, что *Trihinella* никогда не обнаруживался у песцов в Исландии, но песец является резервуаром.

В приближенных районах Исландии обитают 2 вида тюленей: морской тюлень и серый тюлень. *Trihinella nativa* ни у дного из видов никогда не обнаружи-

вался, но тюлени заражены *Trihinella nativa* и могут выступать источником инфекции для наземных млекопитающих, в частности туши тюленей на пляже могли быть съедены песцами.

Очень низкая распространенность инфекции и небольшое количество гельминтов у тюленей позволяют предположить, что эти животные не являются резервуаром. Возможно, источником заражения также является – морж. Моржи представляют важный источник инфекции для людей, но их редко видели у берегов Исландии.

Обсуждения

Потребление медвежьего мяса – довольно частый источник заражения трихинеллезом в регионах, где есть потребность есть такое мясо. Чтобы этого не допустить мясо должно подвергаться исследованием и при обнаружении хотя-бы одной личинки туша полностью уничтожается, а не должна быть отдана хищным животным т.к. они являются носителями трихинеллеза. Моржи, белые медведи являются источником трихинеллеза, тюлени, песцы являются резервуаром.

Литература

1. Гузеева Т.М. // Мед. Паразитология и паразитарные болезни -2008.-№ 1-С. 3-10.
2. Коколова Л.М. //Сборник матералов докладов научной Конференции «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями» - М., 2014. - выпуск 15 - С.112-114.
3. Успенский А.В., Скворцова Ф.К. // Российский паразитологический журнал -2014.-№ 3.-С-151-156.
4. Bruschi F.& Dupouy-Camet J. (2014) Trichinellosis.pp. 229-273 in Bruschi, F (Ed.) Helminth infections impact on globalpublic heath. Wien, Springer-Verlag.
5. Pozio,E, & Murrell,K.D. (2006) Systematics and epidemiology of *Trichinella. Advances in Parasitology* 63, 367-439.

TRICHINOSIS OF POLAR BEARS

D.A. Negodnykh
FSBEI HE «Perm SATU»
Perm, Russian Federation

Abstract. *The article discusses the topic of infection with trichinosis in polar bears, as well as assumptions about who is the source of infection (arctic foxes, seals, walruses). Research methods for diagnosis are considered. Examples of infection with trichinosis of people when eating polar bear meat in France, Canada (Nunavik), Greenland are given.*

Keywords: *polar bears, trichinosis, infection, research methods.*

Об авторе

Негодных Дмитрий Алексеевич (Пермь, Россия) – ветеринарный врач кафедры инфекционных болезней ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», студент (магистратура) кафедры инфекционных болезней, ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», e-mail: nda0383n@yandex.ru.

УДК 619:616-006.699
О.В. Новикова (Кочетова)[1], С.Н. Костарев [2];
[1] ФКОУ ВО Пермский институт ФСИН России,
[2] Пермский военный институт войск национальной гвардии
Российской Федерации,
Пермь, Российская Федерация

ЭПИЗООТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НОДУЛЯРНОГО ДЕРМАТИТА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Аннотация. Нодулярный дерматит крупного рогатого скота (НД КРС) – это вирусная инфекционная болезнь КРС, характеризующаяся повышением температуры тела (лихорадка), образованием кожных узелков, отеком подкожной соединительной ткани и органов, поражением слизистой оболочки пищеварительного и дыхательного тракта, глаз. НД КРС известен под другими названиями: кожная бугорчатка, заразный узелковый дерматит, узелковая экзантема. В данной статье мы проведем эпизоотический мониторинг НД КРС на территории Российской Федерации за последние 6 лет (с 2015 по 2021 годы), согласно данным Россельхознадзора.

Ключевые слова: нодулярный дерматит, узелковая экзантема, крупный рогатый скот, эпизоотическая обстановка.

НД КРС заражается примерно 5-100% скота. Летальность данного инфекционного заболевания составляет не более 10%. При этом наблюдается серьезный финансовый ущерб, характеризующийся снижением продуктивности коров (прироста и удоев) и невозможностью дальнейшего использования шкур животных [2]. В связи с чем, крайне важно контролировать эпизоотическую обстановку по распространению НД КРС.

Впервые на территории России вирус появился в 2015 году, к 31.12.2015 он охватил территории республики Дагестан, Чечни и Северной Осетии (рис.1) [1].

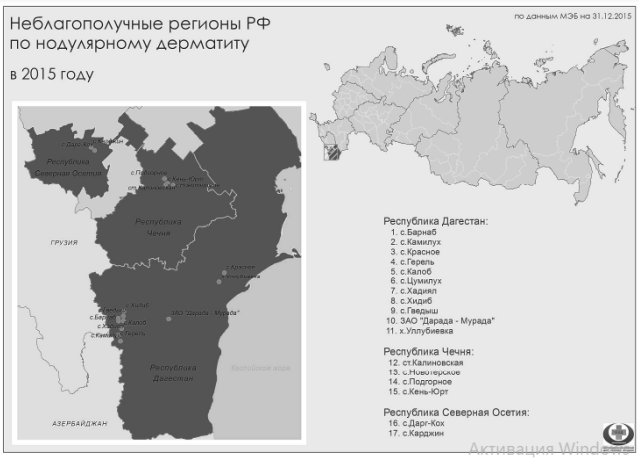


Рисунок 1. Эпизоотическая обстановка по НД КРС к концу 2015 года

Таким образом, НД КРС к концу 2015 года поразил юго-запад России. Пострадало 11 сел Республики Дагестан, 4 села республики Чечня и 2 села республики Северная Осетия. Всего 17 населенных пунктов (н.п.).

Судя по данным представленным россельхознадзором, за 2016 год наблюдалась следующая картина по НД КРС (рис.2, табл.1).

Рисунок 2. Эпизоотическая обстановка по НД КРС к концу 2016 года

Таблица 1

Данные по зараженным НД КРС за 2016 год

Число н.п. с больными НД КРС на территории РФ	Республика/область/край, подверженная вирусу	Число н.п. с зафиксированными случаями НД КРС в республике/области/крае
318 н.п.	Краснодарский край	5
	Республика Дагестан	28
	Республика Калмыкия	57
	Астраханская область	15
	Республика Чечня	108
	Ставропольский край	30
	Волгоградская область	9
	Республика Ингушетия	35
	Ростовская область	5
	Республика Карачаево-Черкесия	10
	Республика Адыгея	1
	Воронежская область	1
	Республика Кабардино-Балкария	1
	Тамбовская область	6
	Рязанская область	2
	Самарская область	5

За 2016 год вирус распространился на территории России и поразил 16 областей/республик/краев (318 н.п.). В Северной Осетии проблема НД КРС была решена. В 2017 году на территории России продолжалось распространение НД КРС (рис.3, табл.2).

Рисунок 3. Эпизоотическая обстановка по НД КРС к концу 2017 года

Таблица 2

Данные по зараженным НД КРС за 2017 год

Число н.п. с больными НД КРС на территории РФ	Республика/область/край, подверженная вирусу	Число н.п. с зафиксированными случаями НД КРС в республике/области/крае
46 н.п.	Волгоградская область	3
	Оренбургская область	11
	Республика Башкортостан	1
	Самарская область	3
	Саратовская область	24
	Ульяновская область	1

За 2017 год наблюдается распространение НД КРС в 46 н.п., 6 территорий республик/краев. Полностью была решена проблема вируса в Краснодарском крае, республике Дагестан, республика Калмыкия, астраханской области, республике Чечня, в Ставропольском крае, республике Ингушетия, Ростовской области, в республике Карачаево-Черкесия, республике Адыгея, в Воронежской области, республике Кабардино-Балкария, в Тамбовской области и Рязанской области. Кожная бугорчатка распространилось на территории Оренбургской области, республике Башкортостане, Саратовской и Ульяновской областях. На территориях Волгоградской и Самарской областях снизился уровень распространения болезни на 6 и 2 н.п., соответственно. В 2018 году ситуация по НД КРС складывалась следующим образом (рис.4, табл.3).

Рисунок 4. Эпизоотическая обстановка по НД КРС к концу 2018 года

Таблица 3

Данные по зараженным НД КРС за 2018 год

Число н.п. с зараженным НД КРС на территории РФ	Республика/область/край, подверженная вирусу	Число н.п. с зафиксированными случаями НД КРС в республике/области/крае
64 н.п.	Курганская область	21
	Омская область	5
	Свердловская область	1
	Самарская область	32
	Саратовская область	1
	Челябинская область	4

За 2018 год по НД КРС выявлены неблагополучные регионы Российской Федерации. В республике Башкортостан, Волгоградской, Оренбургской, Ульяновской областях. В Самарской и Саратовской областях заразный узелковый дерма-

тит продолжал свою активность. В Самарской области число н.п. возросло на 31, в Саратовской области, наоборот, наблюдается спад заражения на 23 н.п. Также на конец 2018 года обнаружены новые очаги поражения: в Курганской, Омской, Свердловской и Челябинской областях. В 2019 году обстановка по заболеваемости НД КРС изменялась (рис. 5, табл. 4).

Рисунок 5. Эпизоотическая обстановка по НД КРС к концу 2019 года

Таблица 4

Данные по зараженным НД КРС за 2019 год

Число н.п. с больными НД КРС на территории РФ	Республика/область/край, подверженная вирусу	Число н.п. с зафиксированными случаями НД КРС в республике/области/крае
29 н.п.	Алтайский край	2
	Новосибирская область	7
	Республика Удмуртия	1
	Омская область	7
	Саратовская область	5
	Тюменская область	7

К концу 2019 года на территории России вирус НД КРС поразил 29 н.п. Был зарегистрирован на территории Алтайского края, Новосибирской области, республики Удмиртия, Тюменской области. Продолжил свою активность с прошлого года (2018) в Омской и Саратовской областях. При этом, в Омской области наблюдается увеличение н.п. (больше на 2 н.п.), в Саратовской области – спад (меньше на 27 н.п.).

К концу 2020 года узелковая экзантема также была активна на территории Российской Федерации (рис.6, табл.5) [1].

Рисунок 6. Эпизоотическая обстановка по НД КРС к концу 2020 года

Таблица 5

Данные по зараженным НД КРС за 2020 год

Число н.п. с больными НД КРС на территории РФ	Республика/область/край, подверженная вирусу	Число н.п. с зафиксированными случаями НД КРС в республике/области/крае
4 н.п.	Алтайский край	1
	Хабаровский край	1
	Томская область	1
	Еврейская АО	1

В конце декабря 2020 года было выявлено 4 н.п. с заразным узелковым дерматитом. В Алтайском крае вирус продолжал активность с 2019 года. Спад заболеваемости наблюдался (меньше на 1 н.п.) в Хабаровском крае, Томской области и Еврейской АО. На сегодняшний день по последним данным Россельхознадзора очаг вируса обнаружен только на территории Забайкальского края (31 н.п.) (рис.7).

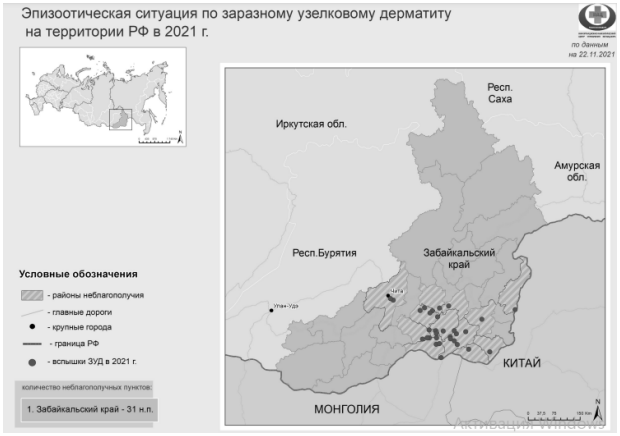


Рисунок 7. Эпизоотическая обстановка по НД КРС в 2021 году по последним данным

Таким образом, вирус проник на территорию Российской Федерации в 2015 году и постепенно от юго-запада России распространялся по территории страны. У регионов, переболевших НД КРС, выработался иммунитет к заболеванию, а также были приняты профилактические меры, в связи, с чем с заразным узелковым дерматитом можно бороться и сокращать распространение вируса до 0. На сегодняшний день вирус остается активным, поэтому существует необходимость в своевременном выявлении, лечении и профилактике заболевания.

Литература

1. Архив карт по Нодулярному дерматиту в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://fsvps.gov.ru/fsvps/ook/ndrussia/ (Дата обращения: 28.03.2022).

2. Семакина В.П., Жильцова М.В., Саввин А.В., Акимова Т.П. Распространение заразного узелкового дерматита (нодулярного дерматита) крупного рогатого скота в мире. Ветеринария сегодня. 2017; (3):13-23.

EPIZOOTIC MONITORING OF LODULAR DERMATITIS IN CATTLE

O.V. Novikova (Kochetova)[1], S.N. Kostarev[2]

[1]Institute of the FPS of Russia

[2]Perm Military Institute of the National Guard Troops of the Russian Federation

Perm, Russian Federation

Abstract. *Lumpy skin disease in cattle (ND) is a viral infectious disease of cattle, characterized by fever (fever), the formation of skin nodules, swelling of the subcutaneous connective tissue and organs, lesions of the mucous membrane of the digestive and respiratory tract, eyes. ND of cattle is known by other names: skin tubercle, infectious nodular dermatitis, nodular exanthema. In this article, we will carry out epizootic monitoring of LSD in cattle on the territory of the Russian Federation over the past 6 years (from 2015 to 2021), according to Rosselkhoznadzor data.*

Keywords: *lumpy dermatitis, nodular exanthema, cattle, epizootic situation.*

Об авторах

Новикова (Кочетова) Оксана Валерьевна (Пермь, Россия) – доктор ветеринарных наук, профессор кафедры зоотехнии, ФКОУ ВО «Пермский институт Федеральной службы исполнения наказаний», e-mail: kochetovaox@yandex.ru.

Костарев Сергей Николаевич (Пермь, Россия) – доктор технических наук, профессор кафедры ВМКСиС, ФГКВОУ ВО «Пермский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации», e-mail: iums@dom.raid.ru.

УДК 619:616.9:636.2

Т.В. Овсюхно, Л.А. Ильичева;
ФГБОУ ВО «Нижегородская ГСХА»,
Нижний Новгород, Российская Федерация

ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ ЛИКВИДАЦИИ ЭПИЗООТИЧЕСКОГО ОЧАГА АЧС В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В статье проанализирован нозологический профиль инфекционной патологии животных в Перевозском районе Нижегородской области, установлен удельный вес АЧС в общей заболеваемости инфекционными болезнями. Рассмотрены мероприятия по ликвидации африканской чумы свиней в условиях охотохозяйства. Проведен анализ эпизоотической ситуации на территории эпизоотического очага АЧС. Рассмотрены противоэпизоотические мероприятия, направленные на ликвидацию и предотвращение распространения возбудителя АЧС в ГО Перевозский Нижегородской области.

Ключевые слова: африканская чума свиней, нозологический профиль, противоэпизоотические мероприятия, карантин, эпизоотический очаг.

Изучили нозологический профиль заразной патологии животных в ГО Перевозский Перевозского района за 2013 – 2021 гг. исходя из данных журнала эпизоотического состояния района, отчетов о заразных болезнях, результатов лабораторных исследований и прочих документов. Результаты исследований представили на рисунке 1.

Установили, что нозологический профиль инфекционной патологии животных за период 2013-2021 года представлен 4 нозоединицами, из которых большая часть заболеваний приходится на бруцеллез овец – 79%, африканская чума свиней, бешенство плотоядных и лейкоз КРС занимают по 7% соответственно.

Установили, что 2015, 2016 и 2018 года были благополучными по инфекционной патологии. На долю АЧС приходится 7% от общей заболеваемости инфекционными болезнями.

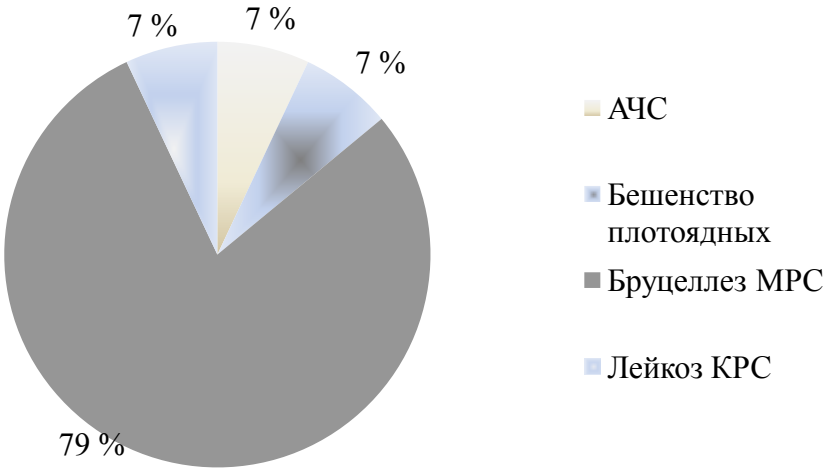


Рисунок 1. Линейно-графическая схема-модель нозологического профиля инфекционной патологии животных в Перевозском районе (2013-2021 гг.)

Изучили общую характеристику ГО Перевозский и установили, что ГО Перевозский расположен в Центральной части области в 100 км от г. Нижний Новгород. Район занимает площадь 76916 га. На территории района расположены 28 населенных пунктов. В районе проживают 16 тыс. человек, функционируют 5 сельскохозяйственных предприятий и 21 крестьянско-фермерское хозяйство (КФХ). Основными направлениями сельскохозяйственного производства являются животноводство и растениеводство.

Общее поголовье скота в Перевозском районе на 01.07.2019 г. составляет 13483 голов, из них КРС 8758 в т.ч. коров 3608, овцы – 2906, козы – 645, лошади – 120 голов, на 01.08.2019г. поголовье свиней – 841 голова.

Пос. Центральный расположен юго-восточнее г. Перевоз. Население 578 человек, домов 74. В пос. Центральный содержится 37 голов свиней, на 17 подворьях.

Изучили общую характеристику эпизоотического очага африканской чумы свиней на территории «Перевозское районное Общество охотников и рыболовов» и установили, что территория охотоугодий составляет 60,05 тыс. га, обслуживающего персонала – 2 человека, 4 егеря. По данным Зимнего маршрутного учета (ЗМУ) (на 01.07.2019г.) численность кабанов составляла 12 голов, имеется 3 подкормочные площадки и 5 охотничьих вышек для охоты на кабана.

Инфицированный объект находился на территории ОО «Перевозское РООиР» квартал 17/126 Перевозского участкового лесничества Бутурлинского межрайонного лесничества в 2 километрах от села Шерщово, ГО Перевозский Нижегородской области в урочище в районе реки Сережа.

Территория охотничьих угодий охотохозяйств «Перевозское РООиР» входит в зону обслуживания ГБУ НО «Госветуправление ГО Перевозский».

Ветеринарно-санитарное состояние охотничьих угодий охотохозяйств «Перевозское РООиР» удовлетворительное.

Случай заболевания африканской чумой свиней на территории охотоугодий, предоставленных «Перевозское РООиР», был зарегистрирован 30.07.2019 г.

на территории 28 квартал, урочище Усема, Перевозского участкового лесничества Бутурлинского межрайонного лесничества.

30.07.2019г. в районе реки Сережа был добыт кабан. Для исключения АЧС на месте добычи кабана был отобран патологический материал и направлен в ГБУ НО «Областная ветлаборатория» г. Нижний Новгород. 30.07.2019 г. получен положительный результат по АЧС (протокол испытаний ИЛ ГБУ НО «Облветлаборатория» от 30.07.2019г. № 1791 ГЗ (рис.2)) [1].

ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ "ОБЛАСТНАЯ ВЕТЕРИНАРНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ"

Аттестат аккредитации RA.RU21АЖ19
дата внесения сведений в реестр
аккредитованных лиц 14.01.2016
Адрес: 603098, г.Н.Новгород, ул.Ветеринарная, д.4а
Телефон:(831)439-41-97
Факс:(831)439-20-71,439-41-99
E-mail:oblvet@mail.ru

Утверждаю:
Зам. руководителя ИЛ ГБУ НО
"Областная ветеринарная лаборатория"
_____ И.В.Шишкина
_____ 2019 г.

Протокол испытаний № 1791 ГЗ от 30.07.2019

При исследовании образца: кусочки сердца, печени, легкого, почки, л/у, селезенка целая кабана, возраст 3 года
заказчик: ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ "ГОСУДАРСТВЕННОЕ ВЕТЕРИНАРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГОРОДСКОГО ОКРУГА ПЕРЕВОЗСКИЙ", ИНН: 5225004405, 607400, Российская Федерация, Нижегородская обл., Перевозский район, г. Перевоз, Красная Звезда ул., д. 17
Место отбора проб: Российская Федерация, Нижегородская обл., Перевозский район, Охотообщество "Перевозское ООиР", урочище "Сережа" квартал 17/126, на север 2 км (лицензия 52-АА№023614, Христолюбов С.В.)
дата и время отбора проб: 30.07.2019
сопроводительный документ: № 42 от 30.07.2019
состояние образца: удовлетворительное
количество проб: 1 проба
дата поступления: 30.07.2019 16:20
даты проведения испытаний: 30.07.2019 - 30.07.2019
фактическое место проведения испытаний: ИЛ ГБУ НО "Областная ветеринарная лаборатория", г. Нижний Новгород, ул. Ветеринарная,д. 4 а
получен следующий результат:

№ п/п	Идентификация (инвентарный номер, кличка животного)	ДНК вируса африканской чумы свиней
		ПЦР (Полимеразная цепная реакция)
		Инструкция по применению тест-системы «АЧС» для выявления вируса африканской чумы свиней методом полимеразной цепной реакции
		не обнаружено
1	кабан, возраст 3 года	обнаружено

Результаты относятся только к образцу, прошедшему испытания. .

Протокол испытаний не может быть воспроизведен полностью или частично без письменного разрешения ИЛ ГБУ НО "Облветлаборатория".

Подпись:

30.07.2019 Ответственный за оформление протокола: Немчинова Н.Е.

Рисунок 2. Протокол испытаний

Место добычи кабана подвергнуто трехкратной дезинфекции 2% раствором Дезолайн Ф, с экспозицией 60 мин. Добытый кабан подвергнут сожжению на месте и захоронению несгораемого остатка на глубину 2 м. Место сжигания и захоронения обеззаражено 2% раствором Дезолайн Ф.

Проведен подворный обход населенных пунктов, обследовано 50 подворий, в которых содержалось 179 голов свиней.

Таким образом, анализируя вышеизложенный материал, и на основании изучения комплекса эпизоотологических, клинических данных и результатов лабораторных исследований было установлено заболевание африканская чума свиней у диких кабанов на территории охотоугодий, предоставленных «Перевозское

РООиР»; предположительный источник заболевания - кабаны, выделяющие вирус с мочой, калом, истечениями из носа и механические переносчики; пути передачи вируса АЧС - алиментарный и контактный от больного к здоровому [2].

На основании выше изложенного комиссионно была определена инфицированным объектом территория ОО «Перевозское РООиР» городского округа Перевозский Нижегородской области и установлены границы угрожаемых зон в пределах населенных пунктов ГО Перевозский Нижегородской области.

Был составлен Акт эпизоотологического обследования очага африканской чумы свиней на территории «Перевозское районное Общество охотников и рыболовов».

Указом Губернатора Нижегородской области от 31.07.2019 г. № 70 на территории ГО Перевозский установлен карантин по африканской чуме свиней, территория ОО «Перевозское РООиР» определена инфицированным объектом [3].

В соответствии со статьей 17 Закона Российской Федерации от 14мая 1993 г. № 4979-1 «О ветеринарии», на основании представления исполняющего обязанности председателя комитета государственного ветеринарного надзора Нижегородской области от 2 августа2019 г. № Сл-502-199083/19: были внесены в Указ Губернатора Нижегородской области от 31 июля 2019 г. № 70 «Об установлении карантина по африканской чуме свиней на территории городского округа Перевозский Нижегородской области» следующие пункты:

– определить инфицированным объектом территорию общественной организации «Перевозское районное общество охотников и рыболовов» городского округа Перевозский Нижегородской области;

– установить границы первой и второй угрожаемых зон в пределах административных границ городского округа Перевозский Нижегородской области, охотничьих угодий охотхозяйств городского округа Перевозский Нижегородской области, за исключением хозяйств, отнесенных к IV компартменту в соответствии с приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 23 июля 2010 г. № 258 «Об утверждении правил определения зоосанитарного статуса свиноводческих хозяйств, а также организаций, осуществляющих убой свиней, переработку и хранение продукции свиноводства»;

– запретить на период действия карантина в эпизоотическом очаге посещение территории посторонними лицами, кроме персонала, выполняющего производственные задания, в том числе по обслуживанию свиней, специалистов госветслужбы и привлеченного персонала для ликвидации очага; выезд и въезд транспорта, не касающегося мероприятий по ликвидации очага АЧС;

– запретить на период действия карантина на инфицированном объекте посещение территории посторонними лицами, кроме специалистов госветслужбы и персонала, привлеченного для ликвидации африканской чумы свиней; выезд и въезд транспорта, не имеющего отношения к мероприятиям по ликвидации очага АЧС; запретить все виды охоты, за исключением охоты в целях регулирования численности охотничьих ресурсов; запретить иные мероприятия по заготовке ди-

ких кабанов на мясо, для изготовления чучел, на другие цели, а также посещение посторонними лицами зараженных и подозреваемых в заражении территорий, заготовку кормов и подстилочного материала для сельскохозяйственных животных; запретить осуществление мероприятий по регулированию численности диких кабанов, связанных с отстрелом животных (за исключением живоотлова или иных бескровных методов добычи) в соответствии с законодательством Российской Федерации в период с 1 июня по 1 декабря;

– запретить на период действия карантина в первой угрожаемой зоне вывоз живых свиней, свиноводческой продукции и сырья за пределы первой угрожаемой зоны, кроме вывоза свиней с территории хозяйств, отнесенных к IV компартменту; запретить реализацию свиней и продуктов, полученных от убоя свиней, за исключением реализации свиноводческой продукции промышленного изготовления; запретить закупку свиней у населения, за исключением мероприятий по закупке свиней у населения в рамках мероприятий по ликвидации очага африканской чумы свиней под контролем специалистов госветслужбы; запретить заготовку на территории зоны и вывоз из нее мяса свиней, сырья и продуктов свиноводства, отходов свиноводства, оборудования и инвентаря, используемого при содержании свиней, проведение сельскохозяйственных ярмарок, выставок, аукционов и других мероприятий, связанных с передвижением, перемещением и скоплением животных, пересылку, включая почтовые отправления, свиноводческой продукции непромышленного изготовления;

– запретить на период действия карантина во второй угрожаемой зоне реализацию свиней и продуктов, полученных от убоя свиней, за исключением реализации продукции животноводства промышленного изготовления; запретить проведение всех мероприятий, связанных с передвижением, перемещением и скоплением свиней, кроме случаев, связанных с производственной деятельностью свиноводческих хозяйств, отнесенных к III и IV компартментам; закупку свиней у населения; запретить выгульное содержание свиней, в том числе свиней, содержащихся под навесами, в условиях, не исключающих контакт между свиньями и дикими кабанами, пересылку, включая почтовые отправления, свиноводческой продукции непромышленного изготовления; наложить запрет на вывоз живых свиней, свиноводческой продукции и сырья, не прошедших промышленной тепловой обработки при температуре выше 70^0С, обеспечивающей ее обеззараживание, кроме хозяйств, отнесенных к III и IV компартментам.

В соответствие с п.37 приказа Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 31 мая 2016 г. №213 «Об утверждении ветеринарных правил осуществления профилактических, диагностических, ограничительных и иных мероприятий, установления и отмены карантина и иных ограничений, направленных на предотвращение распространения и ликвидацию очагов африканской чумы свиней» все мероприятия согласно Плану мероприятий по ликвидации африканской чумы свиней на территории городского округа Перевозский Нижегородской области и предотвращению распространения возбудителя болезни, утвер-

жденного указом Губернатора Нижегородской области от 31 июля 2019 г. № 70 «Об установлении карантина по африканской чуме свиней на территории городского округа Перевозский Нижегородской области» были выполнены, в том числе мероприятия на инфицированном объекте и в эпизоотическом очаге:

– в период 30.07.2019года очаг по АЧС на территории инфицированного объекта общественной организации «Перевозское районное общество охотников и рыболовов» городского округа Перевозский Нижегородской области был ликвидирован;

– на месте отстрела кабанов проведена дезинфекция окружающей территории, прилегающей дороги 2% раствором Дезолайн-Ф трёхкратно с интервалом 6 часов 1000 м^2.

– Израсходовано Дезолайн-Ф концентрата 12 литров. Заключительная дезинфекция проведена 27.08.2019года 1% раствором Арбицида из расчёта 10 литров раствора на 1 м^2;

– на территории инфицированного объекта общественной организации «Перевозское районное общество охотников и рыболовов» городского округа Перевозский Нижегородской области установлены четыре живоловушки в местах подкормки кабанов;

– в охотохозяйстве сформированы бригады для поиска трупов кабанов, розданы одноразовые противочумные костюмы, дезсредства, одноразовые перчатки. Всего за время карантина было добыто 11 голов кабанов, все пробы направлены на экспертизу в ИЛ ГБУ НО Областная ветеринарная лаборатория» – результат отрицательный.

Мероприятия, проведенные в первой угрожаемой зоне (в пределах административных границ городского округа Перевозский Нижегородской области):

– установлены 2 круглосуточных контрольно-пропускных поста с привлечением сотрудников органов внутренних дел. Посты оборудованы шлагбаумами, дезбарьерами, средствами связи, техническими средствами организации дорожного движения и указателями «Карантин», «Опасность». Всего досмотрено и продезинфицировано 3076 автомашин, израсходовано 144 литра концентрата арбицида;

– проезд на дороге, ведущей в посёлок Центральный городского округа Перевозский Нижегородской области (дорога на кормосклады) с автомобильной трассы «Перевоз – Бутурлино» закрыта бетонными блоками с целью ограничения проезда на территорию, прилегающую к зоне эпизоотического очага;

– проведен учет всего свинопоголовья на территории городского округа Перевозский путем подворного обхода;

– проведено изъятие, эвтаназия и кремация свиней и мяса свинины. Во время сжигания израсходовано 80,20 л дизтоплива, 15 куб. м дров, 1,5 т. автопокрышек. Зола, несгоревшие останки, захоронены в траншее на глубину 8х4х2 метров. Место захоронения обеззаражено 1% раствором арбицида из расчёта 10 литров на 1м.кв. Израсходовано концентрированного арбицида – 3,2 литра;

– проведена двукратная дезинфекция помещений, где содержались свиньи. Однократный объем обработки составил 2350кв.м. Израсходовано 14,1 литров концентрата арбицида;

– владельцам свиней в полном объеме выплачена компенсация за изъятых животных;

– создан запас дезосредств: Арбицид – 50 литров.

Таким образом, на основании вышеизложенного следует сделать вывод, что все специальные мероприятия, предусмотренные ветеринарным законодательством РФ по ликвидации очагов АЧС на территории ГО Перевозский Нижегородской области выполнены в полном объеме, в результате чего эпизоотический очаг был ликвидирован.

Литература

1. ГОСТ 28573-90. Свиньи. Методы лабораторной диагностики африканской чумы свиней: Межгосударственный стандарт[Электронный ресурс]. - Режим доступа:https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294826/4294826183.pdf (дата обращения: 28.12.2021).

2. Макаров В.В. Африканская чума свиней [Текст] / В.В. Макаров // М.: Российский университет дружбы народов. 2011, 268с.

3. Приказ министра сельского хозяйства Российской Федерации от 31 мая 2016 г. N 213 «Об утверждении ветеринарных правил осуществления профилактических, диагностических, ограничительных и иных мероприятий, установления и отмены карантина и иных ограничений, направленных на предотвращение распространения и ликвидацию очагов африканской чумы свиней» / Редколлегия // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. — 2016. — № 3. — С. 33. — ISSN 2072-6023. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/journal/issue/299259 (дата обращения: 02.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

PRACTICAL EXPERIENCE IN ELIMINATION OF THE EPIZOOTIC FOCUS OF ASF IN THE NIZHNY NOVGOROD REGION

T.V. Ovsyukhno, L.A. Ilyicheva
FSBEI HE «Perm SATU»
Nizhniy Novgorod, Russian Federation

Abstract. *The article analyzes the nosological profile of infectious pathology of animals in the Perevozsky district of the Nizhny Novgorod region, the specific weight of ASF in the overall incidence of infectious diseases is established. Measures for the elimination of African swine fever in hunting conditions are considered. The analysis of the epizootic situation on the territory of the epizootic focus of ASF is carried out. Antiepizootic measures aimed at eliminating and preventing the spread of the ASF pathogen in the Perevozsky district of the Nizhny Novgorod region are considered.*

Keywords: *African swine fever, nosological profile, antiepizootic measures, quarantine, epizootic focus.*

Об авторах

Овсюхно Татьяна Владимировна (Нижний Новгород, Россия) – кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры «Эпизоотология, паразитология и ветеринарно-санитарная экспертиза» ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», e-mail: dmitry.molkov71@yandex.ru

Ильичева Любовь Александровна (Нижний Новгород, Россия) – аспирант кафедры «Эпизоотология, паразитология и ветеринарно-санитарная экспертиза» ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», e-mail: koshechkinalubasha@yandex.ru

УДК 619:637.06
А.А. Первушин, С.В. Волков
ФГБОУ ВО «Пермский ГАТУ»
Пермь, Российская Федерация

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ФАЛЬСИФИКАЦИИ МОЛОКА И МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ. ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ

Аннотация. В данной обзорной статье рассмотрена тема фальсификации молока и молочных продуктов, а также современные методы обнаружения контрафактной продукции. Рассмотрены основные типы фальсификатов молока и молочной продукции и проблемы их идентификации.

Ключевые слова: молоко, сливочное масло, растительный жир, животный белок, хроматография, гистология, электрофорез.

Фальсификация продуктов питания появилась одновременно с их производством. Самые ранние письменные свидетельства подделки продуктов питания можно проследить с древних времен, когда законы Хаммурапи запрещали продажу некачественного пива, и тем, кто нарушал эти законы, грозила смертная казнь. Есть письменные подтверждения о фальсификации вина в Римской империи, в основном разбавлением воды [2].

В Англии до 1800-х годов фальсификация молока разбавлением водопроводной водой было повсеместной практикой до момента, пока в конце века не был разработан метод выявления этой подделки [2].

Поддельная или фальсифицированная еда – это еда, которая производится не в соответствии с техническими условиями, например, имеет в составе посторонние ингредиенты (консерванты, красители, стабилизаторы, антибиотики т.п.), заменители молочных жиров, это пищевой продукт с измененным сроком годности.

Фальсификация молока и молочной продукции во многом связана с необходимостью снижения затрат производителя. Это в равной степени относится как к продуктам, так и к сырью. Для фальсификации сырья часто используется сухое молоко или творожная сыворотка как идеальные средства снижения цены в виду их низкой себестоимости [5]. Для удешевления продукции молочный жир в молочных продуктах, как и в молоке, заменяется дешевым растительным жиром, таким как пальмовое, хлопковое, кокосовое, соевое масло. Также для увеличения объема выпущенного молока, недобросовестный производитель может разбавлять его водой, что приводит к изменению химического состава, питательных, гигиенических и технологических качеств молока [3, 6]. Более сложный для обнаружения метод фальсификации это смешение молока разных видов животных для удешевления производства сыра [2].

Сегодня подделка пищевых продуктов стала международным явлением, которое помимо экономического ущерба, представляет прямую угрозу здоровью и безопасности пищевых продуктов для потребителя. Подделка продуктов питания считается преступлением во всех странах мира. Одним из первых законов о подделке пищевых продуктов был издан в Венгрии еще в 1896 году [2]. Выявление фальсификатов важный этап в ветеринарно-санитарной экспертизе молока и

молочных продуктов. Введение дополнительных компонентов, а также наличие молока разных видов животных может вызвать аллергические реакции у потребителя, разбавленное молоко имеет низкие питательные качества, и производство, например, детских смесей из такого молока недопустимо.

Фальсификация молока и молочных продуктов распространена по всему миру, среди европейских стран это Венгрия, Англия, Италия. Крупнейший скандал с фальсифицированным молоком случился в Китае в 2008 году, когда у шестнадцати младенцев образовались камни в почках после скармливания им молока, загрязнённого промышленными примесями. Однако худшая ситуация наблюдается в Индии – крупнейшей стране по производству молока и молочной продукции. Большинство жителей Индии являются вегетарианцами, и их потребности в питании напрямую зависят от молока [7].

Анализ производственной деятельности молочной промышленности показывает, что производство высококачественного и высокоценного молока сводится к минимуму. Производство молока и молочных продуктов на многих предприятиях, в виду введения ТУ, происходит без соблюдения ветеринарно-санитарных требований. Часто, подобная продукция является фальсифицированной [1].

Неоспоримый факт, что дефицит сырого молока в России, порождает рост цен на молоко-сырье, а следовательно, рост себестоимости молочной продукции. Многие торговые сети не заинтересованы в реализации дорогого высококачественного молока. Все это приводит к увеличению контрафактной продукции [1]. Так по данным НИИ Минфина доля незаконного оборота по основным товарным группам за 2020 год представлена в таблице 1.

Таблица 1

Доля контрафактной молочной продукции на Российском рынке за 2020 год

Вид молочной продукции	Доля фальсификата, %
Питьевое молоко и сливки	24,56
Молоко и сливки в твердой форме	11,47
Сливочное и топленое масло, спреды	44,13
Сыр и сырные продукты	19,09
Мороженное	21,51
Другая молочная продукция	33,61
Заменители молочных продуктов	34,29

Вместе с возникновением различных способов подделки молочных продуктов разрабатываются всё более новые методы для выявления этих фальсификатов. При этом, чем сложнее или извращеннее фальсификат, тем сложнее и более трудоемок метод его выявления. В виду многообразия фальсификатов молочной продукции разрабатываются новые, иногда не стандартные, но при этом доступные аналитические методики. Так, к примеру, учеными из «Белгородского государственного аграрного университета им. В.Я. Горина» разработан гистологический метод выявления фальсифицированного творога. Метод сравнительно прост и доступен, не требует специального обучения персонала. Основой метода – выявление молочного жира и белка натурального молока и обезжиренного сухого молока путем окраски гистологических микропрепаратов творога из натурального

молока и обезжиренного сухого молока красителями Судан III и раствором Люголя [4].

Однако, для сложных видов подделки молока и молочных продуктов, требуются сложные аналитические методы. Наиболее точными, основными и крупномасштабными методами выявления большинства фальсификатов, в том числе и сложносоставных, являются газовая хроматография, электрофорез, иммунологические методы, ультрафиолетовая и инфракрасная спектрометрия.

Молоко и молочные продукты хорошего качества не должны содержать никаких посторонних примесей, антибиотиков, патогенных микроорганизмов, соматических клеток, воды, растительного жира, не должно иметь примеси молока других видов животных. Особое внимание уделяется загрязнению молока антибиотиками, радиоактивными веществами, хлороводародами и тяжелыми металлами, которые определяются методом спектрометрического детектирования [2].

С помощью масс спектрометрии (газовая хроматография) определяют жировой состав молока и молочных продуктов, а именно идентифицируют молочные жиры от растительных. Метод основан на выявлении растительных фитостеролов – тетрациклических липидных компонентов, таких как компестерола, стигмастерола и брасикастерола. Определение жирнокислотного состава хроматографическим методом также используется для определения видового состава молока в сырах. Метод основан на выявлении состава короткоцепочечных жирных кислот, по которому можно отделить, например, козье молоко от коровьего [2, 6].

Глюкозу, тростниковый сахар, мочевину или сульфат аммония добавляют в молоко, чтобы замаскировать разбавление его водой, или замаскировать кислый вкус испорченного молока. Для выявления этих примесей не подходит метод основанный на росте температуры замерзания, поэтому для выявления данного типа мошенничества требуются более сложные аналитические методы. К таким методам относится метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) [2, 3, 6].

Выявление видового состава молока также возможно с помощью иммунологических, ферментативных методов и методом гель-электрофореза. Эти методы основаны на выделении специфического белка различных видов животных в молочной продукции, например количественное содержание рибофлавина, фракционное разделение казеина. Особого внимания в дифференциации молока от разных видов животных используемого при производстве сыра заслуживает метод многовариантного анализа микроэлементов (Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd, и Pb). Результат оценивается на основании соотношения содержания в исследуемом образце микроэлементов друг к другу и сравнение полученных показателей с соотношением микроэлементов в молоке от разных видов животных. Так, например, соотношения магния и кальция в коровьем молоке 23,3 и 17,2 в овечьем [2].

Для выявления фальсифицированного молока из восстановленного ранее использовались методы связывания красителей и гель электрофорез, однако эти методы имели низкую чувствительность для отличия обычного молока от переработанного. На сегодняшний день, исследователями предложено определение восстановленного молока методом электронной микроскопии, который основывается на определении агрегатов диаметром более 500нм, которые не встречаются в обычном молоке [2].

Фальсификация сливочного масла, а особенно методы ее выявления также заслуживает отдельного внимания. Ранее, для выделения посторонних жиров в сливочном масле использовали химические методы выделения триглицеридов с различными числами углерода. Однако, с полученными результатами этого метода стоит обращаться осторожно в виду того, что состав жирных кислот и состав триглицеридов варьируется в зависимости от сезона, региона и даже состояния лактации. Поглощение ультрафиолетового цвета также не позволило выделить растительные масла из молочного жира. Поэтому, современным и достоверным методом выделения посторонних жиров в сливочном масле является инфракрасная спектрометрия [2, 5].

Интересный факт, несмотря на сложно технические методы определения наличия растительных жиров в сливочном масле, определить наличие рыбьего жира, как одного из редких видов фальсификата сливочного масла, можно сравнительно простыми методами: а) метод растворимости сливочного жира в смеси уксусной кислоты и этилового спирта 3:4 б) анализ критической температуры плавления; в) метод осаждения жира мочевиной г) метод флюоресценции (поддельное масло имеет голубую флюоресценцию, оригинальное – бледно-зеленую) [2].

На сегодняшний день, как показывают исследования, фальсификация молока и молочных продуктов обретает колоссальные масштабы по всему миру. Контрафакция становится все более изощрённые, а многие методы выявления фальсификатов устарели. Недобросовестные производители заинтересованы только в максимизации прибыли, и часто не осознают последствий потребления своей продукции. Причиной подделки в каждом случае является материальная выгода. Контрафакция молока и молочных продуктов в настоящее время на шаг впереди ветеринарно-санитарной экспертизы, но с развитием сложных, масштабных аналитических методов и технологий большинство контрафактов молока и молочной продукции можно определить. Проблема заключается в том, что многие методы являются дорогими и труд затратными, оборудование, химикаты и т.п. стоят дорого и не доступны для многих ветеринарно-санитарных лабораторий. Поэтому острой актуальной задачей ветеринарно-санитарной экспертизы молока сегодня, является разработка новых более простых, но более специфичных и чувствительных методов выявления фальсификатов для защиты потребителей от некачественных товаров.

Литература

1. К вопросу фальсификации молока и молочных продуктов / А.О. Комин, А.Н. Ким, И.И. Бородин. – Текст: электронный // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности. – 2020. №4. С. 62-65 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-falsifikatsii-moloka-i-molochnyh-produktov/viewer (Дата обращения 31.10.2021).

2. Food counterfeiting in general; counterfeiting of milk and dairy products / J. Csapo, S. Nemethy, C. Albert. – Текст: электронный // Ecocycles. – 2019. Vol. 5. №1, С. 26-41 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.europub.co.uk/articles/618489/view (Дата обращения 22.10.2021)

3. Comparison of methods for determining the falsification of milk / V. Dragan, M. Vukic, M. Beribaka, Z. Marjanovic-Balaban. – Текст: электронный // Journal of Hygienic Engineering and Design. – 2017. №1. С. 19-24 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/321825467_COMPARISON_OF_METHODS_FOR_DETERMINING_THE_FALSIFICATION_OF_MILK (Дата обращения 22.10.2021)

4. Development of histological detection methods of cottage cheese falsification / L. Reznichenko, E. Nikolaenko, S. Noskov, R. Shcherbinin. – Текст: электронный // BIO Web of Conferences.

– 2020. №27 (98) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://doi.org/10.1051/bioconf/20202700098 (дата обращения 22.10.2021)

5. Detection of Counterfeit Milk by Modern Methods / I. Salimova. – Текст: электронный // Journal of Veterinary Medicine and Surgery. – 2021. Vol.5. №3:34. С. 1-3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://lupinepublishers.com/dairy-veterinary-science-journal/pdf/CDVS.MS.ID.000189 (Дата обращения 22.10.2021)

6. Falsification of milk and dairy products by Gas-Liquid chromatography by spectrometric detection / I. Salimova, N. Boysinova, L. Shukurullaev. Текст: электронный // Journal of Scientific Research and Biomedical Informatics. – 2021. Vol. 2(2)-016. С. 1-2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.auctoresonline.org/article/falsification-of-milk-and-dairy-products-by-gas-liquid-chromatography-by-spectrometric-detection (Дата обращения 22.10.2021).

7. Common milk adulteration and their detection techniques / A. Tanzina, A. Shoeb. – Текст: электронный // International journal of Food Contamination. – 2016. №3(1). С. 2-9 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://foodcontaminationjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40550-016-0045-3 (Дата обращения 31.10.2021).

MODERN METHODS OF DETECTING FALSIFICATION OF MILK AND DAIRY PRODUCTS. REVIEW ARTICLE

A.A. Pervushin, S.V. Volkov
FSBEI HE «Perm SATU»
Perm, Russian Federation

Abstract. *This review article discusses the topic of falsification of milk and dairy products, as well as modern methods of detecting counterfeit products. The main types of falsifications of milk and dairy products and the problems of their identification are considered.*

Keywords: *milk, butter, vegetable fat, animal protein, chromatography, histology, electrophoresis.*

Об авторах

Первушин Алексей Александрович (Пермь, Россия) – студент (магистратура) кафедры инфекционных болезней, ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», e-mail: house19@yandex.ru.

Волков Сергей Вячеславович (Пермь, Россия) – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры «Инфекционные болезни», ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», e-mail: volkov_sw@mail.ru.

УДК 339.1+339.562
Ю.В. Решеткина;
ФГБОУ ВО «Пензенский ГАУ»,
Пенза, Российская Федерация

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РЫНКА МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ В РОССИИ

Аннотация. В статье рассматривается производство молока и основных видов молочной продукции в 2020 г., динамика цен сельскохозяйственных товаропроизводителей на сырое молоко, объемы экспорта и импорта.

Ключевые слова: *рынок молока, импорт, экспорт, молоко и молочная продукция, цена.*

Рынок молока представляет собой интегрированную систему технологически и экономически взаимосвязанных отраслей молочного животноводства, молочной промышленности, полевого и лугопастбищного кормопроизводства, комбикормовой, микробиологической промышленности, машиностроения для указанных отраслей, а также отраслей производственно-социальной и рыночной инфраструктуры, объединенных общей задачей – производством, переработкой и реализацией молока и молочных продуктов в целях удовлетворения потребностей общества с учетом научно обоснованных норм потребления продуктов питания [1].

Производство молока в Российской Федерации в 2020 г. составило 32225,5 тыс. т, что на 2,3% больше уровня 2010 г. Наибольшее производство молока (55,5%) приходится на сельскохозяйственные организации, так в 2020 г. оно увеличилось на 912,5 тыс. т по сравнению с предыдущим годом. В хозяйствах населения было произведено на 4220,5 тыс. т по сравнению с 2010 г. и на 219 тыс. т по сравнению с 2019 г. В крестьянских (фермерских) хозяйствах за последние три года в среднем произведено 2677,3 тыс. т (рис.1).

Основными производителями сырого молока среди регионов России являются Республика Татарстан – 6% или 1935,2 тыс. т, и Республика Башкортостан – 5,2% или 1670,5 тыс. т. Производство молока в данных регионах в 2020 г. возросло на 39,1 тыс. т и 29,4 тыс. т соответственно по сравнению с 2019 г.

Особенностями производства молока в малых формах хозяйствования являются:

– мелкотоварное производство;

– слабая кормовая база;

– низкий уровень механизации производственных процессов в молочном скотоводстве;

– более высокий уровень трудоемкости производства молока;

– низкорентабельная или убыточная отрасль;

– трудности со сбытом продукции в результате монополизма перерабатывающих предприятий;

– низкий уровень бюджетной поддержки [4].

Рисунок 1. Производство молока в Российской Федерации по категориям хозяйств, тыс. т

Молочное скотоводство в малых формах хозяйствования имеет более низкий уровень товарности производства: в фермерских хозяйствах - 64%, в личных подсобных - 32,8%. Наиболее высокий уровень товарности производства в сельскохозяйственных организациях - 92,4%. Сельскохозяйственные организации и фермерские хозяйства производят молочную продукцию с целью получения максимума прибыли, а хозяйства населения – для удовлетворения личных потребностей и только излишки реализуют на рынке [3].

Таблица 1

Производство основных молочных продуктов в России,

Вид продукции	2010 г.	2015 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Сыр, тыс. т	388	453	467	540	565
Питьевое молоко, млн. т	4,9	5,4	5,5	5,4	5,5
Кисломолочная продукция, млн. т	3,0	3,1	2,8	2,8	2,8
Сливочное масло, тыс. т	205	256	267	270	279
Сухое молоко, тыс. т	60	66	72	89	93

В 2020 г. производство сыра увеличилось по сравнению с 2010 г. на 177 тыс. т и составило 565 тыс. т, сливочного масла – на 74 тыс. т и составило 279 тыс. т, сухого молока – на 33 тыс. т Производство кисломолочной продукции за последние три года оставалось на одном уровне 2,8 млн. т. (табл.1).

Производство молочной продукции сохранило тенденцию к росту в течение всего 2020 г. за счет ослабления рубля, что позволило отечественным продуктам стать более конкурентоспособными по сравнению с импортируемыми товарами. За десять месяцев 2021 г. наблюдался рост производства сыров на 5%, питьевого молока на 0,6 %, а производство сливочного масла сократилось на 2%. В 2020 г. наблюдался рост потребления сыров на 10 %, сливочного масла на 4,7%, сметаны на 7%.

Современные предприятия молочной отрасли функционируют в условиях конкурентного рынка и являются взаимозависимыми. Развитие рынка молока и молочной продукции зависит от цены на молочную продукцию и платежеспособности населения, формируется под влиянием спроса и предложения с учетом сезонности производства и потребления продукции [8]. Таким образом, рынок молока и молочной продукции определяется [7]:

– платежеспособным спросом;
– размером среднедушевого дохода;
– уровнем розничных цен на молоко и молочные продукты;
– динамикой цен на прочие продукты питания, продовольственные товары, различного вида услуги.

Российский рынок молока и молочных продуктов не защищен от конкуренции с импортом. Причем предложение отстает от спроса, что ведет к постоянному увеличению ввоза молока [9].

Самая высокая цена за 1 кг сырого молока наблюдалась в ноябре 2021 г. – 28,8 руб. Цена выросла на 9,4 % с 25,86 руб./кг до 28,3 руб./кг (рис.2).

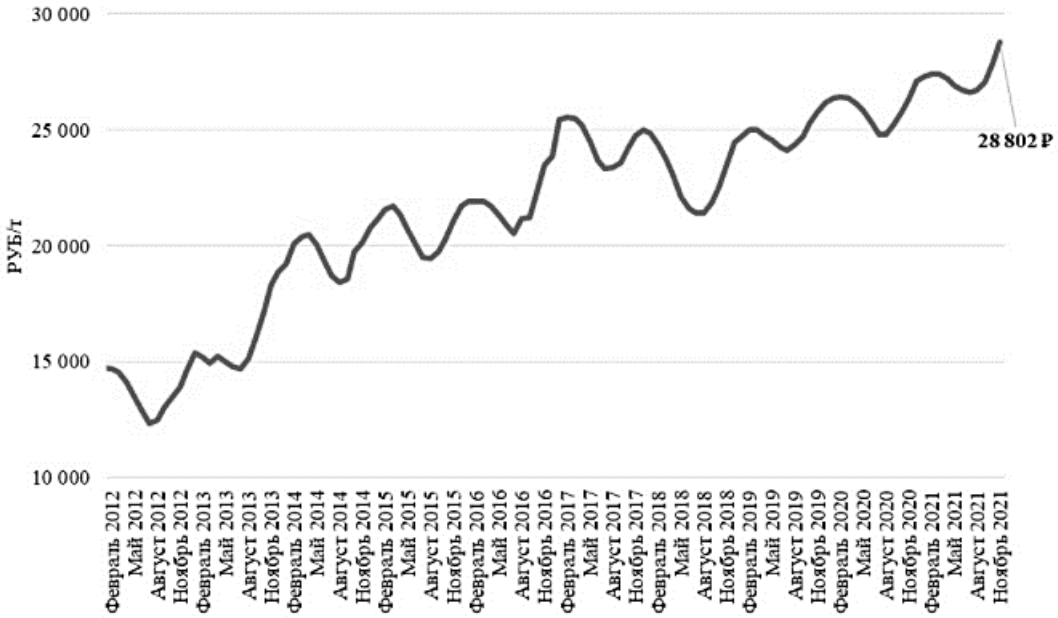


Рисунок 2. Динамика цен сельскохозяйственных товаропроизводителей на сырое молоко в России, руб./тонн

Импорт молока и молочных продуктов в 2020 г. составил 6795 тыс. т, что на 67 тыс. т больше 2019 г. и на 1331 тыс. т меньше 2010 г. (табл.2). Основными импортерами являются Белоруссия, Новая Зеландия, Аргентина, Уругвай, Киргизия (рис.3).

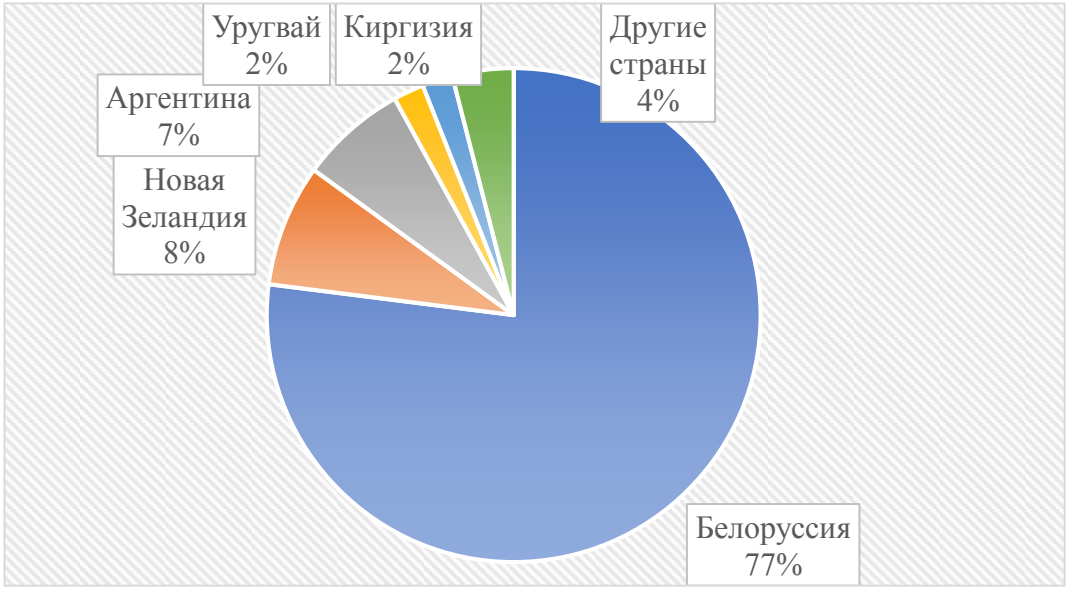


Рисунок 3. Внешние поставщики молочной продукции в Россию

Экспорт молока и молочной продукции осуществляется в Казахстан, Узбекистан, Украину, США, Китай, Монголию. На долю Казахстана приходится более 40% от общего объема экспорта, из которых 47% экспортного объема сыров и творога, 39% – молока и сливок, 35% – мороженого, 31 % – кисломолочной продукции, 43% – сливочного масла, 72% – молочной сыворотки. Всего в 2020 году

Россия отправляла молочную продукцию более чем в 40 стран, при этом поставки в США за год выросли в 3 раза (до $10 млн.), в Узбекистан – на 57% (до $12 млн.), в Армению – на 63% до $8,6 млн., Китай – на 22% до $5,6 млн.

Таблица 2

Импорт и экспорт молока и молочной продукции, тыс. т

Показатель	2010 г.	2015 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Импорт	8159	7951	6493	6728	6795
Экспорт	397	622	652	705	846

Мировой рынок молока и молочных продуктов в последние годы значительно расширяется и диверсифицируется в связи с ростом потребностей, географическими изменениями в товаропотоках, новыми предпочтениями потребителей. Рост и изменение направлений торговли на мировом рынке молочной продукцией в большей степени зависят от уровня разницы между внутренним производством молока и молочных продуктов и спросом в отдельных странах [6].

По итогам 2020 года мировое производство молока составило около 906 млн. тонн, увеличившись на 2% по сравнению с 2019 г. Основная доля произведенного в мире молока приходится на коровье. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (далее – FAOSTAT), коровье молоко составляет 81,1% от общего объема производства в мире. Цены на молочные продукты в мире снизились на 1% в 2020 году, что отражает снижение спроса вследствие экономического спада во многих странах-импортерах из-за COVID-19. В 2020 году мировой экспорт молочных продуктов оценивался примерно в 55,75 миллиарда долларов США. Международная молочная торговля увеличилась в 2020 году на 1,2% до почти 79 млн. По прогнозам FAO, мировое производство молока будет расти на 1,6% в год и к 2029 году вырастет до 997 млн. Производство сливочного масла, по прогнозам, будет расти в среднем на 1,6% в год, SMP – на 1,6% в год, WMP – на 1,7%. Мировое потребление свежих молочных продуктов на душу населения, по прогнозам, увеличится на 1,0% в год в течение ближайшего десятилетия [5].

Эффективное функционирование рынка молока и молочной продукции во многом зависит от объемов производства молока-сырья и развития молочного скотоводства. В целях повышения эффективности молочного скотоводства необходимо добиваться равномерного производства продукции в течение всего года. Чем меньше выражена сезонность в производстве молока, тем интенсивнее молочное скотоводство. Равномерное получение молока в течение года достигается хорошим кормлением коров, содержанием их в благоустроенных помещениях и правильной организацией отелов по месяцам [2].

Литература

1. Васильева И.В. Регулирование рынков продукции животноводства: рынок молока / Васильева И.В. // Переработка молока. – 2016. – № 10 (204). – С. 22-25.

2. Касторнов Н.П. Основные направления инновационного развития молочного скотоводства / Касторнов Н.П. // В сборнике: Достижения и перспективы научно-инновационного развития АПК. – 2021. – С. 732-736.

3. Минаков И.А. Особенности производства молока в малых формах хозяйствования / Минаков И.А., Смагин Б.И. // Наука и Образование. – 2021. – № 3.

4. Минаков И.А., Сытова А.Ю. Перспективы развития молочного скотоводства в Тамбовской области // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2017. – № 1. – С. 37-41.

5. Перспективы молочной отрасли в России 2021-2029 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:https://marketing.rbc.ru/articles/12737/ (Дата обращения: 28.03.2022).
6. Решеткина Ю.В. Анализ рынка молока и молочной продукции на современном этапе / Решеткина Ю.В. // В сборнике: Проблемы управления, экономики и права в общегосударственном и региональном масштабах. Сборник статей VIII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию Пензенского государственного аграрного университета. Пенза. – 2021. – С. 102-105.
7. Столярова О.А. Социально-экономическая эффективность рынка молока и молочной продукции / Столярова О.А. // Региональная экономика: теория и практика. – 2011. – № 24. – С. 38-41.
8. Терновых К.С. Состояние и тенденции развития отрасли молочного скотоводства в России / К.С. Терновых, Ю.А. Пименов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4 (51). – С. 179–186.
9. Трясцина Н.Ю. Тенденции развития рынка молока и молочного скотоводства / Трясцина Н.Ю. // Экономический анализ: теория и практика. 2011. – № 25 (232). – С. 12-21.

CURRENT STATE OF MILK AND DAIRY PRODUCTS MARKET IN RUSSIA

Yu.V. Reshetkin

FSBEI HE «Penza SATU»
Penza, Russian Federation

***Abstract**. The article discusses the production of milk and the main types of dairy products in 2020, the dynamics of prices of agricultural producers for raw milk, the volume of exports and imports.*

***Keywords:** milk market, import, export, milk and dairy products, price.*

Об авторе

Решеткина Юлия Владимировна (Пенза, Россия) – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Управление, экономика и право», ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», e-mail: reshetkina.y.v@pgau.ru

УДК 624.01

Т.Г. Середа[1], С.Н. Костарев[2,]
[1]ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,
[2] Пермский военный институт войск национальной гвардии,
ПВИ войск национальной гвардии,
Пермь, Российская Федерация

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА В ПЕРМСКОМ КРАЕ И ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ДЕРЕВОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА БАЗЕ ПЕРМСКОГО ГАТУ

Аннотация. В связи с санкциями 2022 года в отношении РФ развитие деревообрабатывающей промышленности в России по производству таких изделий, как ДВП, ДСП, OSB и т.п., становится все более актуальным. В производстве данной продукции активно используются отходы деревоперерабатывающей промышленности, поэтому такое производство решает также ряд экологических проблем. В Пермском крае площадь, покрытая эксплуатационными лесами, составляет более 76% (9520 тыс. га) от общей площади лесов региона, при этом доля лесопромышленного комплекса составляет всего 6% от валового регионального продукта Пермского края. В статье изложены подходы по подготовке востребованных специа-

листов в области деревопереработки и инновационному проектированию в деревянном домостроении. Рассмотрены основные научные направления по вопросам деревопереработки на кафедре строительных технологий в Пермском ГАТУ.

Ключевые слова: деревоперерабатывающая промышленность, лесопромышленный комплекс (ЛПК).

По данным Росстата в Пермском крае зарегистрировано 662 предприятия, осуществляющих свою деятельность в отраслях лесопромышленного комплекса (ЛПК). При этом за последние три года их количество увеличилось на 13,9%. Численность организаций, занимающихся лесохозяйственной деятельностью, возросла на 15,7% и составила в 2017 году – 287 предприятий. С 295 до 332 на 12,5% увеличилось количество организаций, занимающихся обработкой древесины и производством изделий из дерева. Численность предприятий, занимающихся производством целлюлозы, бумаги, картона и изделий из них возросла на 13,2%. В настоящее время более 43 предприятий Пермского края осуществляют данный вид деятельности. Одной из основных современных тенденций развития ЛПК является укрупнение фирм на базе крупных целлюлозно-бумажных и деревообрабатывающих предприятий [2].

К крупным лесопромышленным предприятиям Пермского края, относятся такие предприятия, как ОАО «Пиломатериалы «Красный Октябрь», ООО «Осенцовский ДОК», ОАО «Соликамскбумпром», ООО «Уралбумага», ОАО Целлюлозно-бумажный комбинат, ЗАО «Пермская целлюлозно-бумажная компания «Кама», ОАО «Свеза» (пос. Уральский), ООО «Лестехстрой», ГКУН «Пермлес», ООО «Горнозаводск-Леспром», ООО «Торговый дом» и другие.

Также перспективной нишей для развития малого бизнеса ЛПК Пермского края является лесоустроительная деятельность, лесопосадки, уход за лесами, заготовка деловой древесины, перевозка леса и ряд других услуг.

Основными целями развития ЛПК и деревянного домостроения в Пермском крае являются:

1. Создание деревоперерабатывающих производств;
2. Создание производства по выпуску комплектных деревянных домов;
3. Создание требуемой инфраструктуры и приобретение лесозаготовительной техники и автотранспорта.

Развитие ЛПК в Пермском крае планируется на базе имеющегося лесопильного оборудования (линии САБ, Брента, Канали) высокотехнологичного и высококачественного лесопильного производства или подразделения высокоточной конструкционной заготовки. Предполагается создание дендропанельного производства или системы «Дендроляйт», являющейся инновационной.

Также планируется достичь хороших теплофизических характеристик древесных строительных материалов наряду с использованием в его основе сырья с низким коэффициентом теплопередачи.

На кафедре строительных технологий в Пермском ГАТУ в настоящее время активно ведутся научные исследования в части НИР и НИРС [5-8, 11, 13]. Для решения практических задач в строительной физике на кафедре строительных технологий в Пермском ГАТУ разработана компьютерная программа на языке

VBA. Программа разработана на основе СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», с помощью которой можно подбирать слои стенового ограждения и рассчитывать их толщину, исходя из теплотехнических свойств материалов. От приведенного сопротивления теплопередаче отдельных ограждающих конструкций рассчитывается их толщина, которая обеспечит необходимую тепловую защиту здания в зависимости от граничных условий 1 и 2 рода. На рисунке 1 приведен пример теплотехнического расчета стены с оконными проемами.

Вопросам государственного регулирования ЛПК и деревянного домостроения в Пермском крае посвящены многие публикации [1-4]. Также на уровне Правительства Пермского края разработан лесной план Пермского края [9] и государственная программа Пермского края «Воспроизводство и использование природных ресурсов» [12]. На основании вышеуказанных документов разработаны приоритетные инвестиционные проекты в области освоения лесов [10].

Теплотехнические показатели материалов

Исходные данные

Отоп. период Zот	225
Т отоп периода	-5,5
Т холодной пятилетки	-35
Т внут. воздуха	20
коэф. тепроотдачи вн.	8,7
коэф. тепроотдачи н.	23
влажность вн. воздуха	55

	материал	плотность	толщина	лямда	R
1	Извест.-песч	1600	0,02	0,81	0,024
2	кирпич	1800	0,51	0,81	0,629
3	**плиты пено/пол**	40	0,237	0,05	
4	облицововка	1600	0,12	0,64	0,187

R0 усл

количество слоев 4 **5,742**

Геометрические параметры

	фасад	окна
длина	32	1,80
высота	17	1,50
кол-во		4

Рисунок 1. Пример теплотехнического расчета стены с оконными проемами

Конкурентной способности ЛПК в Пермском крае способствует наличие высокоточного производственного оборудования, сырьевой базы, обученного персонала и разработанных технологий Для подготовки квалифицированных специалистов в области деревопереработки на кафедре строительных технологий в Пермском ГАТУ действует направление подготовки бакалавров 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств».

Основными научными направлениями являются вопросы гидротермической обработки, в том числе сушки древесины. В 2020 году зарегистрирована «Программа для автоматизированной системы управления технологическим процессом сушки древесины (АСУ ТП СУШКА) [5]. Данная программа является обучающей программой, используемой при чтении дисциплины «Сушка древесины». Программа предназначена для оперативного управления процессом конвективной сушки древесины. В качестве управляющих воздействий на процесс сушки древесины использованы: продувка воздухом, увлажнение и нагревание, позволяющие на разных технологических стадиях менять параметры воздуха, осуществляющего сушку. Программа направлена на поддержание технологических

режимов сушки древесины. Предварительно в программу вводятся параметры технологического процесса, основными из которых являются: равновесная влажность древесины, температура, влажность и скорость движения воздуха. Модель управления сушкой древесины содержит трехконтурный автоматический регулятор, учитывающий взаимное влияние параметров. Предусмотрено ручное и автоматизированное управление оператором стенда. На сенсорном экране отображается необходимая информация и имеется возможность управления технологическим оборудованием, тип реализующей ЭВМ: промышленный контроллер OMRON. Также в рамках дисциплины «Технологические основы механизации и автоматизации деревообрабатывающих производств» разработана учебная имитационная обучающая программа для ЭВМ «Деревообработка» по автоматизации безопасной работы на пильном оборудовании. На рисунке 2 показан фрагмент релейно-контактной схемы при нормальной работе привода деревообрабатывающего станка. Пульт оператора содержит три блока: пульт управления, блок аварийных датчиков и блок, отражающий работу двигателя.

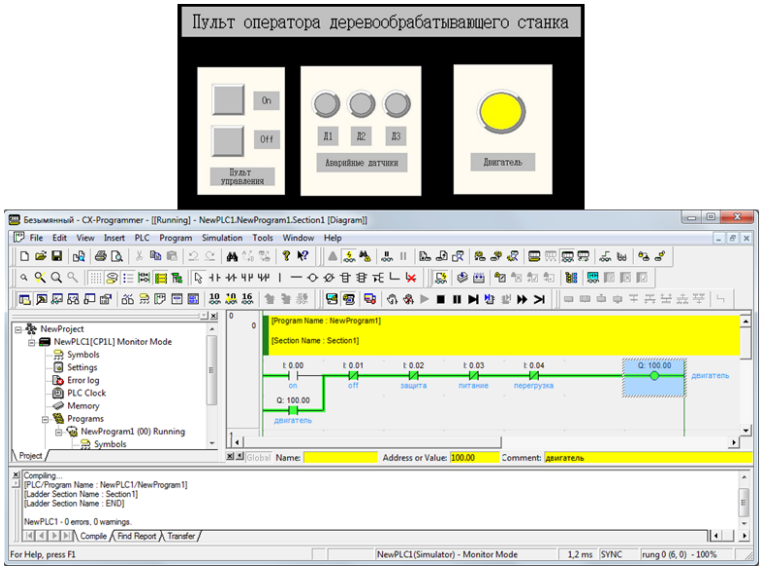


Рисунок 2. Фрагмент релейно-контактной схемы. Нормальная работа привода деревообрабатывающего станка

Использование компьютерных учебных программ в образовательном процессе, наряду с лабораторной базой способствует подготовке высококвалифицированных специалистов в области лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств. На базе кафедры строительных технологий планируется открытие магистратуры по направлению подготовки 35.04.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств».

Подготовленные магистры будут востребованы в реализации инновационных проектов в Пермском крае, таких как:

– Проект «Модернизация оборудования технологической линии по производству волокна и бумаги. Строительство новой технологической линии (ОАО «Соликамскбумпром»).

На рисунке 3 показано срабатывание датчика защиты, произошел останов привода.

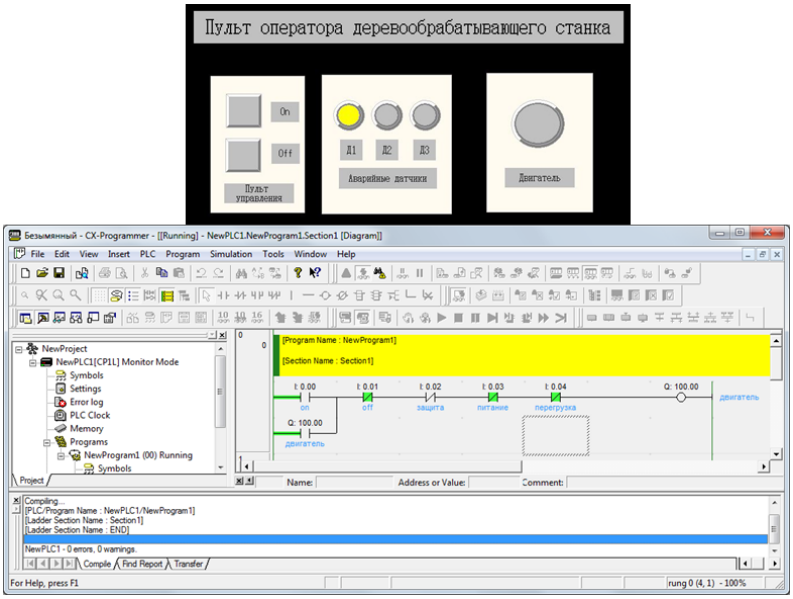


Рисунок 3. Активация датчика защиты. Останов привода деревообрабатывающего станка

– Проект «Модернизация бумагоделательной машины «Б-21», модернизация картоноделательной машины «КП-06» и организация лесозаготовок» (ООО «Уралбумага»).

– Проект «Модернизация Пермского домостроительного комбината» (ОАО «Пермский домостроительный комбинат»).

– Проект «Производственный комплекс по изготовлению гнутоклееных изделий и фанеры в г. Гремячинск Пермского края» (ООО «Капитал-3»).

– Проект «Организация лесозаготовительного и лесоперерабатывающего производства (ООО «ГорнозаводскЛесПром»).

– Проект «Строительство завода по производству плит OSB на территории Краснокамского района Пермского края» (при участии компании «Кроно Холдинг АГ» на территории Пермского края с обществом ограниченной ответственностью «Свисс Кроно Рус».

Таким образом, обоснована актуальность создания новых предприятий лесопромышленного комплекса в Пермском крае и открытие нового направления подготовки магистров 35.04.02 «Технология лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств» на кафедре строительных технологий в Пермском ГАТУ.

Литература

1. Веселова А.О., Соловьева Е.В. Государственное регулирование лесопромышленного комплекса // Концепт. – 2014. – № 11.

2. Гладких Я.Н., Киселева А.А. Перспективные направления развития лесопромышленного комплекса пермского края. Инновационная наука. 2015. № 11-1. С. 54-57.

3. Кашаева Ю.А., Шатрова Е.И. Государственная поддержка деревянного домостроения в Пермском крае: перспективы развития // Историческая и социально-образовательная мысль. 2013. № 1 (17). С. 137–139.

4. Киселева А.А. Кластерные основы и методический инструментарий конкурентного развития регионального лесопромышленного комплекса : диссертация ... кандидата экономических наук : 08.00.05 [Место защиты: Перм. гос. нац. исслед. ун-т]. – Пермь, 2015. –182 с.

5. Костарев С.Н., Середа Т.Г. Программа для автоматизированной системы управления технологическим процессом сушки древесины (АСУ ТП СУШКА)/ Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020610762, 20.01.2020. Заявка № 2019667653 от 30.12.2019.

6. Костарев С.Н., Середа Т.Г. Разработка технологий переработки древесной коры Краснокамского короотвала Пермского края / В сборнике: Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения. Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. 2020. С. 26-28.

7. Костарев С.Н., Середа Т.Г. Безопасные технологии управления сушкой древесины/ В сборнике: Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения. Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Юргинский технологический институт. 2018. С. 75-79.

8. Костарев С.Н., Середа Т.Г. Моделирование процессов повышения производительности труда и снижения травматизма на лесоперерабатывающих предприятиях / В сборнике: Инновации – основа развития целлюлозно-бумажной и лесоперерабатывающей промышленности. Сборник материалов VI Всероссийской отраслевой научно-практической конференции. 2018. С. 189-194.

9. Лесной план Пермского края. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://ivo.garant.ru (Дата обращения: 30.03.2022).

10. Перечень приоритетных инвестиционных проектов в области освоения лесов. - Proderevo.net /ЛПК [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://proderevo.net (Дата обращения: 30.03.2022).

11. Поздин Б.И., Середа Т.Г., Костарев С.Н. Экологически безопасные технологии переработки отходов лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств в строительные материалы / В сборнике: Экология и безопасность техносфере: современные проблемы и пути решения. Юргинский технологический институт. 2017. С. 99-102.

12. Постановление Правительства Пермского края от 03.10.2013 № 1330-п "Об утверждении государственной программы Пермского края «Воспроизводство и использование природных ресурсов» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://permkrai.ru (Дата обращения: 30.03.2022).

13. Середа Т.Г., Костарев С.Н. Синтез комбинационного автомата управления сушкой древесины в аграрно-промышленном комплексе / В сборнике: Информационные технологии в стратегии реиндустриализации АПК региона. Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова. 2018. С. 221-226.

14. Середа Т.Г., Костарев С.Н. Моделирование процессов оценки техносферной безопасности на лесоперерабатывающих предприятиях / В сборнике: Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения. Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Юргинский технологический институт. 2018. С. 82-86.

15. Указ губернатора Пермского края от 21 февраля 2022 г. № 18 «О внесении изменений в указ губернатора Пермского края от 19 апреля 2018 г. № 36 «Об утверждении лесного плана Пермского края на 2018 – 2027 годы» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://permkrai.ru (Дата обращения: 30.03.2022).

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE FORESTRY COMPLEX IN THE PERM REGION AND TRAINING OF SPECIALISTS IN THE FIELD OF THE WOOD PROCESSING INDUSTRY ON THE BASIS OF PERM STATE AGRO-TECHNOLOGICAL UNIVERSITY NAMED AFTER ACADEMICIAN D N PRIANISHNIKOV

T.G. Sereda[1], S.N. Kostarev[2]
[1] FSBEI HE «Perm SATU»
[2] Perm military Institute of National Guard Troops
Perm, Russian Federation

Abstract. *In connection with Western sanctions in 2022 against the Russian Federation, the development of the woodworking industry in Russia for the production*

of products such as fiberboard, chipboard, OSB, etc., is becoming more and more relevant. In the production of these products, waste from the wood processing industry is actively used, therefore, such production also solves a number of environmental problems. In the Perm Territory, the area covered by operational forests is 76.7% (9520.2 thousand ha) of the total area of forests in the region, while the share of forestry is only 6% of the gross regional product of the Perm Territory. The article outlines approaches to training in-demand specialists in the field of woodworking and innovative design. The main scientific directions on woodworking at the Department of Building Technologies in Perm State Technical University are considered.

Keywords: *wood processing industry, timber industry complex (LPK).*

Об авторах

Середа Татьяна Геннадьевна (Пермь, Россия) – доктор технических наук, профессор кафедры строительных технологий, ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», e-mail: kochetovaox@yandex.ru.

Костарев Сергей Николаевич (Пермь, Россия) – доктор технических наук, Профессор кафедры ВМКСиС, ФГКВОУ ВО «Пермский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации», e-mail: iums@dom.raid.ru.

УДК 633.1

О.А. Столярова;
ФГБОУ ВО «Пензенский ГАУ»,
Пенза, Российская Федерация

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ПОДСОЛНЕЧНИКА В ОРГАНИЗАЦИИ

Аннотация. В статье рассматриваются основные факторы повышения эффективности производства подсолнечника. В сельскохозяйственных организациях наблюдается тенденция снижения урожайности семян подсолнечника. Урожайность подсолнечника уменьшается не только из-за погодных условий, но и в связи со снижением уровня интенсивности производства, ухудшением материально-технической базы организаций, недостаточным оснащением высокопроизводительной техникой.

Ключевые слова: подсолнечник, урожайность, сорт, эффективность, рентабельность.

Растениеводство является основной сельскохозяйственной отраслью России. До начала 21 века происходило сокращение урожайности отдельных видов культур, что усиливало общее снижение объемов валового сбора в большинстве отраслей растениеводства. Основные причины этого – падение в целом уровня развития сельского хозяйства, ослабление финансовой поддержки и государственного регулирования, а также ухудшение материально-технического обеспечения сельскохозяйственного производства, отсутствие современных технологий и низкая рентабельность агробизнеса [1].

Эффективность возделывания подсолнечника резко снижается из-за нарушения агротехнических требований. В частности, посев этой культуры на прежнем месте можно осуществлять не ранее чем через 8-10 лет. Лучшими их предшественниками в севообороте являются зерновые колосовые, а также зернобобовые

и кукуруза. Совершенно непригодна для этой цели сахарная свекла, так как она сильно иссушает почву. Подсолнечник, размещенный после посевов сахарной свеклы, испытывает острый недостаток влаги, особенно нижних горизонтах почвы. Поэтому в хозяйствах, где возделываются обе эти культуры, необходимо установить оптимальные размеры их посевов с учетом правильного размещения в севообороте.

К сожалению, концентрации посевов подсолнечника не уделяется должное внимание. В одних хозяйствах он занимает незначительные площади, в других – слишком большие, что не позволяет соблюдать сроки его возвращения на прежнее место и размещать по лучшим предшественникам [4].

К основным причинам снижения рентабельности производства подсолнечника относятся:

– инфляция и усиление диспаритета цен в товарном обмене между сельским хозяйством и другими отраслями; в сложившихся условиях сельскохозяйственные предприятия не в состоянии обновлять машинно-тракторный парк и пополнять оборотные средства, что привело к снижению уровня интенсивности производства подсолнечника;

– трудности с реализацией продукции, отсутствие гарантированных рынков сбыта;

– отсутствие государственной поддержки отрасли [6].

Многие сельскохозяйственные организации отказались от применения минеральных удобрений из-за высоких цен. Интенсивная технология применяется лишь на 13,9 % посевов подсолнечника. Из-за нарушений технологий возделывания культуры генетический потенциал районированных сортов используется не более чем на 35-40%.

Таблица 1

Основные показатели производства подсолнечника

Показатель	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Посевная площадь, га	367	442	657
Урожайность, ц с 1 га	27,23	31,3	28,93
Валовой сбор, ц	9995	13835	19006
Реализованная продукция, ц	6181	9996	24242
Уровень товарности, %	61,9	72,3	127,6
Средняя цена реализации 1 ц, руб.	1660,73	1781,11	2440
Производственная себестоимость 1 ц, руб.	933,36	805,57	910,08
Прибыль от продаж – всего, тыс. руб.	8940,46	16895,44	58297,13
Уровень рентабельности производства, %	6,8	18,6	67,8

Экономическая эффективность производства подсолнечника характеризуется системой показателей, основными из которых являются: урожайность подсолнечника, прямые затраты труда на 1 ц подсолнечника, полная себестоимость 1 ц подсолнечника, прибыль от продаж на 1 ц и уровень рентабельности производства подсолнечника. Рассмотрим основные показатели производства подсолнечника в СХПК «Салтыково» (табл.1).

В 2020 г. наблюдается повышение уровня товарности по сравнению с 2018 г. на 65,7 %. В отчетном году средняя цена реализации 1 ц подсолнечника выро-

ла по сравнению с базисным на 779,27 руб. и составила 2440 руб. Уровень рентабельности в 2020 г. составляет 67,8 %, что на 60 % пункта выше, чем в 2018 г.

СХПК «Салтыково» и многие другие современные сельскохозяйственные предприятия переходят на систему Экспресс Сан. Экспресс Сан - это современная технология выращивания подсолнуха, включающая в себя гибрид и гербицид, которая позволяет избавиться от сорняков в период вегетации растения.

Как показывает практика, плантации подсолнечника в основном поражаются двудольными сорными культурами, для минимизации популяций которых следует использовать гербицид широкого спектра действия. К такой категории относится и препарат Гранстар Про, зарекомендовавший себя одним из лучших в области защиты от сорняков не только подсолнечника, но и других зерновых культур (пшеницы, ячменя, овса, яровых). В таблице 2 представлена эффективность применения данного биопрепарата под посевы подсолнечника.

Таблица 2

Эффективность применения биопрепарата «Гранстан Про» при посеве подсолнечника

Показатель	Факт	Проект
Урожайность, ц с 1 га	28,93	43,4
Уровень товарности, %	127,6	150
Средняя цена реализации 1 ц, руб.	2440	2440
Полная себестоимость 1 ц подсолнечника, руб.	1920,2	1626,3
Прибыль от продаж на 1 ц, руб.	520,8	813,9
Рентабельность затрат,%	27,4	50,1

Анализ эффективности применения биопрепарата «Гранстан Про» показывает, что повышение урожайности подсолнечника привело к снижению полной себестоимости 1 ц продукции на 293,9 рублей. Вследствие этого повышается прибыль от продаж на 1 ц подсолнечника на 293,1 руб. Рентабельность затрат возросла на 22,7% пункта.

Для повышения эффективности производства подсолнечника необходимо совершенствование материально-технической базы сельскохозяйственных организаций. Техника требует постоянной и своевременной замены и обновления, при этом парк машин значительно изношен, высока доля старой техники, находящейся за пределами сроков эксплуатации. Такая ситуация служит определенным стимулом для поступательного развития сельскохозяйственного машиностроения – в сочетании с ростом спроса на отечественную технику при поддержке государства и сокращением интереса к импортной технике со стороны сельскохозяйственных товаропроизводителей [2].

На наш взгляд, в отрасли растениеводства должны работать высококвалифицированные кадры. Одно из ключевых условий возможности и экономической целесообразности осуществления дорогостоящей инновационной модернизации технической базы аграрного производства – полная обеспеченность сельхозпредприятий механизаторами. Ведь при нехватке механизаторов работоспособного возраста, добросовестных и обладающих знаниями и навыками, необходимыми для работы на современных сложных машинах, нет смысла доводить их численность до технологической потребности. Также нет смысла укомплектовывать парк такими машинами, если специалисты инженерно-технической службы сель-

хозпредприятий, машинно-технологических станций, специализированных ремонтных предприятий и органов управления АПК не будут обладать квалификацией, необходимой для организации их высокопроизводительного использования и высококачественного ремонта [3].

По нашему мнению, одной из основных причин, препятствующих развитию аграрного сектора экономики, является изношенность основных средств сельскохозяйственных организаций. При сложившейся возрастной структуре основных фондов, их физическом и моральном износе объем инвестиций оценивается как недостаточный. Инвестирование в основной капитал является одним из важнейших факторов развития всех отраслей материального производства, включая сельское хозяйство [5].

Развитие отечественного машиностроения, внедрение урожайных сортов и гибридов, освоение новых технологий, использование труда высококвалифицированных кадров будут способствовать повышению эффективности производства продукции растениеводства.

Литература

1. Аварский Н.Д. Материально-техническое обеспечение отрасли растениеводства в россии: проблемы и перспективы / Н.Д. Аварский, А.В. Алпатов, Т.М. Кузнецова // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2017. – № 1. – С. 22-31.

2. Кайшев В.Г. Сельскохозяйственная техника в России: рыночные позиции внутреннего производства на фоне внешнеэкономических отношений / В.Г. Кайшев, А.В. Алпатов // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2017. – № 4. – С. 19-27.

3. Кормаков Л.Ф. Техническая модернизация аграрного производства – проблемы, их причины и подходы к решению / Л.Ф. Кормаков // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2017. – № 4. – С. 28-32.

4. Растова Ю. И. Экономика организации (предприятия): учебное пособие / Ю. И. Растова, С. А. Фирсова. − Москва: КНОРУС, 2019 − 280 с.

5. Столярова О.А. Производительность труда в сельском хозяйстве Пензенской области / О.А. Столярова // Региональная экономика: теория и практика. – 2015. – № 24 (399). – С. 35-44.

6. Чернышев Б. Н. Экономика организации (предприятия, фирмы): учебник/ Под. ред. проф. Б. Н. Чернышева, проф. В. Я. Горфинкеля. - Москва: Вузовский учебник, 2010. – 535 с.

THE EFFICIENCY OF SUNFLOWER PRODUCTION IN THE ORGANIZATION

O.A. Stolyarova
FSBEI HE «Penza SATU»
Penza, Russian Federation

Abstract. *The article discusses the main factors of increasing the efficiency of sunflower production. In agricultural organizations, there is a tendency to decrease the yield of sunflower seeds. Sunflower yield decreases not only due to weather conditions, but also due to a decrease in the level of production intensity, deterioration of the material and technical base of organizations, insufficient equipment with high-performance equipment*

Keywords: *sunflower, yield, variety, efficiency, profitability*

Об авторе

Столярова Ольга Анатольевна (Пенза, Россия) – кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой «Управление, экономика и право», ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», e-mail: stolyarova.o.a@pgau.ru.

УДК 619:616.9:637.5
Т.Г. Сычугова, Д.А. Негодных;
ФГБОУ ВО «Пермский ГАТУ»,
Пермь, Российская Федерация

ЦИСТИЦЕРКОЗ В ГОВЯДИНЕ

Аннотация. В статье рассмотрена тема заражения говядины цистицерками. Проанализирована возможность обезвреживания источника заражения, изучены исследования по профилактике заболевания, а также рассмотрена история возникновения T.saginata. Приведены примеры заражения цистицеркозом на севере Сибири в России, на острове Сахалин и в ЯНАО (Ямало-Ненецком автономном округе).

Ключевые слова: цистицеркоз, заражение, говядина, профилактика, история возникновения T.saginata.

Цистицеркоз (бовисный, финноз) крупного рогатого скота – это бессимптомно протекающий антропозооноз. Промежуточными хозяевами являются жвачные животные. В их организме личиночная стадия находится в скелетных мышцах, сердце, языке, паренхиматозных органах. Окончательный хозяин – человек, у которого возбудитель локализуется в кишечнике [1].

Возбудителем болезни являются цистицерки (*Cysticercus bovis*) бычьего цепня (*Taeniarhynchys saginatus*) из семейства *Taeniidae*, подотряда *Taeniata*, класса *Cestoda*.

Cysticercus bovis представляет собой пузырь серовато-белого цвета, округлой формы, длиной 5-9 мм и шириной 3 – 6 мм. На его внутренней оболочке находится крупный сколекс 1,5-2 мм в диаметре, обеспеченный четырьмя присосками (невооруженный сколекс). Внутри пузыря содержится бесцветная жидкость. Внешне цистицерк имеет нежную соединительную капсулу, образованную из ткани хозяина [3].

Половозрелая стадия *Taeniarhynchys saginatus* паразитирует в кишечнике человека. Тело паразита может достигать протяженностью 10 м в длину, состоит из сколекса, шейки и стробилы, содержащей до 1000 члеников. Зрелые членики крупные, до 3 см в длину. При попадании во внешнюю среду они могут самопроизвольно сокращаться, выдавливая в это время из матки яйца. Матка ветвящаяся, похожа на дерево. От ее медианного ствола отходит с каждой стороны по 18-30 боковых ответвлений, разделяющихся на концах на мелкие слепозаканчивающиеся веточки.

Яйцо имеет тонкую прозрачную оболочку с двумя нитевидными придатками. Внутри яйца находится зародыш (онкосфера) почти правильной круглой формы, окруженной толстой оболочкой желтовато-коричневого цвета и снабженной тремя парами крючьев. Оболочка яйца, как правило, быстро разрушается и при исследовании кала видна только онкосфера. Онкосферы бычьего цепня обнаруживаются при исследованиях перианальных отпечатков, возможно их обнаружить и в кале. При записи результатов исследований указывают «обнаружены онкосферы *Taeniidae g. sp*.» [2].

Таениоз – это заражение человека взрослым ленточным *червем Taenia saginata*. Люди – единственные окончательные хозяева для *T. saginata*.

Человек заражается возбудителем тениаринхоза при употреблении в пищу сырой, плохо проваренной или недожаренной говядины, содержащей жизнеспособные цистицерки. В кишечнике человека под влиянием желчи и желудочного сока из цистицерка выворачивается сколекс и при помощи мощных присосок прикрепляется к слизистой тонкой кишки [3].

Болезнь распространена повсеместно, чаще всего там, где население употребляет в пищу недостаточно проваренную и прожаренную говядину, без предварительной ветеринарно-санитарной экспертизы [1].

Профилактика цистицеркоза:

1. Своевременное выявление зараженных лиц. Для достижения данного результата раз в год обследуют всех животноводов (доярок, пастухов, телятниц и т.д.) и членов их семей. Также обследованию подлежат работники мясокомбинатов и боен.

2. Абсолютное исключение возможности употребления сырого или недостаточно термически обработанного мяса крупного рогатого скота или фарша.

3. Своевременное обращение к специалисту при обнаружении симптомов, указывающих на возможное заражение бычьим цепнем.

4. Детальное обследование говядины перед покупкой. В некоторых случаях личинки червя можно заметить даже невооруженным взглядом, особенно при массивной инвазии.

5. Обнаружение заболевания у животных во время ветеринарно-санитарной экспертизы мяса.

6. Защита окружающей среды от загрязнения яйцами бычьего цепня. Для достижения данной цели государственные службы осуществляют контроль соблюдения санитарно-гигиенических мероприятий на животноводческих фермах и хозяйствах. На территории хозяйств для персонала должны быть обустроены отдельные туалеты.

7. Наибольшую значимость имеет просветительская работа среди населения. Она направлена на информирование людей о возможном заражении и источниках паразитарной инвазии [1, 2].

Материалы и методы

Был проведен анализ эпидемиологических данных из литературных данных по заболеваемости цистицеркозом на севере Сибири России.

Результаты и обсуждения

Северный штамм *T.saginata* был обнаружен на севере Сибири в России и в Дальневосточном регионе России. Северный штамм *T.saginata* был обнаружен в 1872 году Добротворским, который сообщил о тениозе у коренного населения острова Сахалин. В то время крупный рогатый скот еще не был завезен на остров. Этот вывод был подтвержден наблюдениями Кротова о таениозе у оленеводов на острове Сахалин в 1955 году. Исследователи считали северного оленя наиболее вероятным промежуточным хозяином, хотя личиночные стадии не были обнаружены.

Только коренные ульты, население которых составляет менее 350 человек, поддерживают традицию оленеводства на острове Сахалин. Учитывая резкое сокращение числа промежуточных и конечных хозяев, северный штамм *T.saginata*, вероятно, не сохранился на острове Сахалин. Кроме того, возвращение к мелкому оленеводству указывает на то, что домашние олени используются в основном в качестве верховых или вьючных животных, а диких оленей употребляют в пищу. Согласно государственному отчету о паразитозах человека на острове Сахалин, за последние годы там не было обнаружено ни одного случая таениоза [5].

В 1956 году тениоз у коренного жителя Красноселькупского района Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) вызвал озабоченность по поводу распространения *T.saginata* в северной Сибири. Индексным пациентом был селькупский оленевод. Антигельминтное лечение 32 носителей ленточных червей выявило 11 случаев тениоза среди оленеводов. Были выделены дифиллоботриоз и тениоз, но морфологические данные для ленточных червей подробно представлены не были. Был сделан вывод, что источником инфекции, вероятно, было мясо северного оленя, которое было (и остается) основным продуктом питания в этом регионе. Впоследствии тениоз у людей был подтвержден в ЯНАО (включая бассейны рек Обь, Надым, Пур и Таз и полуострова Ямал и Гыдан), в Ханты-Мансийске (столице Ханты-Мансийского автономного округа); и в Таймырском автономном округе. Самая высокая распространенность (14%) среди местного населения отмечена на полуостровах Ямал и Гыдан.

В 1958 году возможные цистицерки *T.saginata* были обнаружены в тушах и органах северных оленей в Оленекском районе Якутии, но конкретный диагноз не был подтвержден микроскопией. Обследование выявило инфекцию ленточного червя у 59 из 200 местных школьников. Местное население потребляло мясо северного оленя и рыбу. В то время говядина в Оленекском районе не потреблялась. Однако крупный рогатый скот выращивался и в других районах Якутии к югу от Оленекского района. В целом, присутствие в Якутии *T.saginata*, зависящего от северных оленей, не может быть достоверно подтверждено. Недавние записи показали, что все недавние случаи таениоза, зарегистрированные в Якутии, были связаны с потреблением говядины. Несмотря на тщательную проверку мяса, цистицерки *T.saginata* в настоящее время не зарегистрированы у северных оленей в Якутии [4].

Сегодня ЯНАО является единственным регионом, в котором северный штамм T.saginata является эндемичным. Эпидемиологические исследования показали, что в ЯНАО ежегодно регистрируется 10-25 случаев заболевания; практически все случаи связаны с потреблением сырого мозга северного оленя. Большинство из этих случаев было выявлено у коренного населения, которое глубоко привержено традициям. Переносчиками ленточных червей, как правило, являются кочевые оленеводы.

Головы северных оленей не используются для коммерческого производства продуктов питания или иным образом в промышленности. Таким образом, мозг северного оленя обычно не проверяется на наличие цистицерков *T.saginata*. По данным регионального правительства ЯНАО, поголовье северных оленей округа составляет 730 000 голов, что является самым большим стадом в мире. Бо-

лее 16 000 человек занимаются оленеводством и мигрируют по тундре. Эти люди ведут традиционный кочевой образ жизни, придерживаются пищевых привычек и имеют минимальный доступ к медицинскому обслуживанию. Эти факты, вместе с длительной продолжительностью жизни паразита, гарантируют, что северный штамм *T.saginata* выживет в этом регионе в течение многих лет. Тем не менее, современный мир (глобализация, бурение нефтяных скважин и изменение климата) бросает темную тень на жизненный цикл паразитов, который зависит от хрупких традиционных культур коренного населения в этих регионах.

Обсуждения

Таким образом, потребление зараженной говядины на севере Сибири России приводит к заражению человека. Для того чтобы этого не допускать нужно обезвреживать говядину с помощью промораживания и не допускать в пищу плохо прожаренного, проваренного или сырого мяса. Мясо должно проходить ветеринарно-санитарную экспертизу.

Литература

1. Антипова, Л.В. Современные технологии ферментированных мясных продуктов / Л.В. Антипова, В.В. Прянишников // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. — 2019. — № 3. — С. 103-112.

2. Кенжебаев С.А. Эпизоотология (эпидемиология) гельминтозоонозов на юго-западе Республики Казахстан / С.А. Кенжебаев, Д. Ибрагимов, Г.О. Жумалиева // Российский паразитологический журнал. – 2018. – № 2. – С. 27 – 32.

3. Редькин, С. В. Ветеринарно-санитарная экспертиза говядины, реализуемой на рынках города Москвы / С.В. Редькин // Academy. – 2020. – №1. – С.52–53.

4. Konyaev S.V., Nakao M., Ito A., Lavikainen A. History of Taenia saginata Tapeworms in Northern Russia. Finland, 2017, Vol.23, No. 12, pp. 2030-2037.

5. Ransom B.H. The Destruction of the Vitality of Cysticercus bovis by Freezing. The Journal of Parasitology , Sep., 1914, Vol. 1, No. 1 (Sep., 1914), pp. 5-9.

CYSTICERCOSIS IN BEEF

T.G. Sychugova, D.A. Negodnykh
FSBEI HE «Perm SATU»
Perm, Russian Federation

Abstract. *The article discusses the topic of infection of beef with cysticerci. The possibility of neutralization of the source of infection is analyzed, studies on the prevention of the disease are studied, and the history of the occurrence of T.saginata is also considered. Examples of infection with cysticercosis in the north of Siberia in Russia, on Sakhalin Island and in the YNAO (Yamalo-Nenets Autonomous Okrug) are given.*

Keywords: *cysticercosis, infection, beef, prevention, history of T.saginata.*

Об авторах

Сычугова Татьяна Германовна (Пермь, Россия) – студент (магистратура) специальность ветеринарно-санитарная экспертиза, Пермский ФГБОУ ВПО «Пермский государственный аграрно-технологический университет», e-mail: stanya99.99@mail.ru.

Негодных Дмитрий Алексеевич (Пермь, Россия) – ветеринарный врач кафедры инфекционных болезней, ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», e-mail: nda0383n@yandex.ru.

УДК 619:616-006.699
Н.А. Татарникова;
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,
Пермь, Российская Федерация

ЭПИЗООТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ АФРИКАНСКОЙ ЧУМЫ СВИНЕЙ

Аннотация. Африканская чума свиней – высоко контагиозная вирусная болезнь, характеризующаяся лихорадкой и поражением клеток, характерна 100% смертностью. Возбудителем данной инфекции является ДНК-содержащий вирус семейства Asfarviridae, рода Asfivirus. Источником инфекции служат больные, переболевшие животные, а фактором передачи – трупы павших свиней. Резервуаром и переносчиком африканской чумы служат аргасовые клещи. В данной работе проведен мониторинг эпизоотической ситуации по африканской чуме свиней (АЧС) на территории Российской Федерации.

Ключевые слова: африканская чума свиней, эпизоотическая ситуация, мониторинг.

В России ведутся исследования по изучению эпизоотологии АЧС, проводится мониторинг и анализ эпидемиологической обстановки. В настоящее время из-за высокой контагиозности вируса, а также многочисленных вспышек в разных регионах страны проблема АЧС весьма актуальна [5].

По данным информационно-аналитического центра управления ветнадзора, на территории Российской Федерации АЧС впервые обнаружили на территории республики Чечня в Шайтойском районе, где была отмечена вспышка инфекции у диких кабанов в 2007 году [1].

Рисунок 1.Эпизоотическая ситуация по АЧС на территории России в 2007 году

2008 год на северном Кавказе, в Ставропольском и Краснодарском крае, а также в Оренбургской области отмечены новые вспышки. Зарегистрировано 62 пункта, 43 среди домашних свиней и 19 среди диких (рис. 2).

Рисунок 2. Эпизоотическая ситуация по АЧС на территории России в 2008 году

2009 год 73 пункта, 47 у домашних свиней. Эпизоотия распространилась в Южном Федеральном округе и перешла на Ростовскую и Ленинградской области (рис.3).

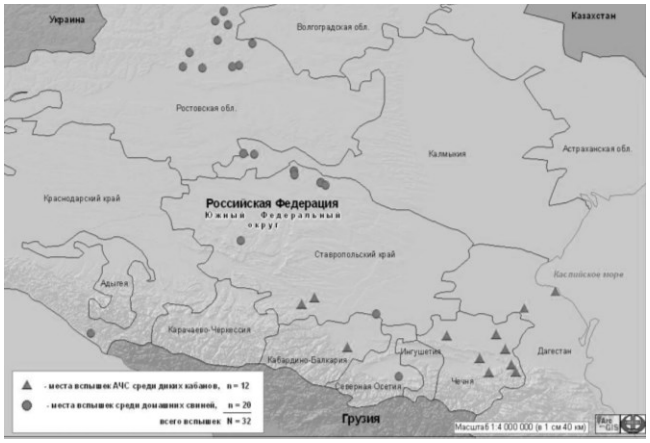


Рисунок 3. Эпизоотическая ситуация по АЧС на территории России в 2009 году

2010 год о выявлено 84 вспышки, 22 среди диких свиней и 62 среди домашних (рис.4).

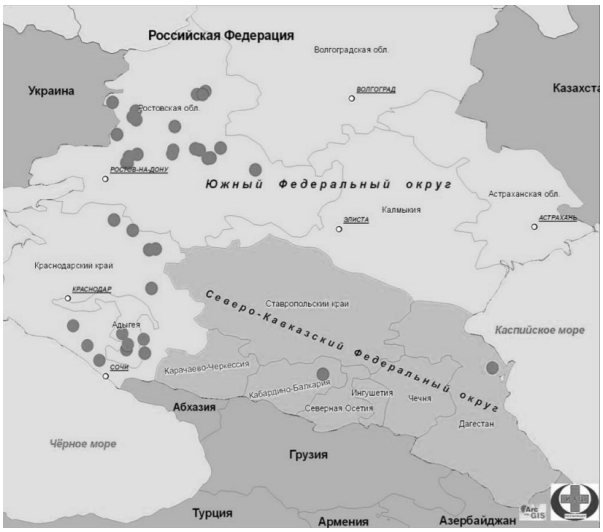


Рисунок 4. Эпизоотическая ситуация по АЧС на территории России в 2010 году

2011 год наиболее пострадали Ставропольский, край Краснодарский край, Ростовская область, Ленинградская, Нижегородская области. Отмечено 62 случая 14 среди кабанов, 39 среди домашних свиней (рис.5).

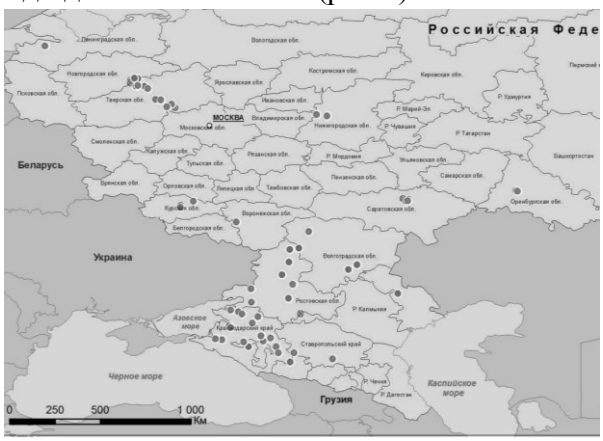


Рисунок 5. Эпизоотическая ситуация по АЧС на территории России в 2011 году

2012 год по эпизоотии отмечены следующие показатели: 121 очаг по АЧС 45 среди диких и 61 среди домашних свиней (рис.6).

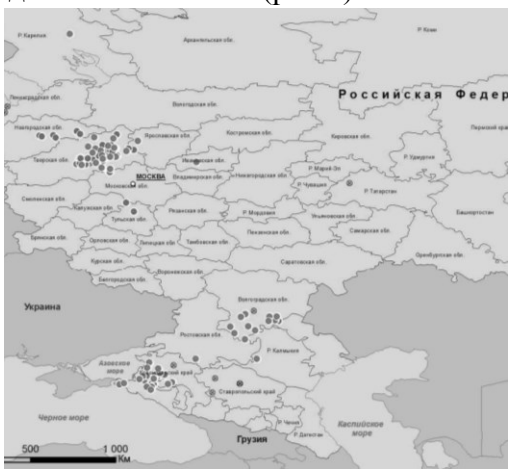


Рисунок 6. Эпизоотическая ситуация по АЧС на территории России в 2012 году.

2013 год особо негативная эпизоотия отслеживается по диким свиньям всего 199 вспышек, 115 вспышек среди диких и 78 среди домашних свиней (рис.7).

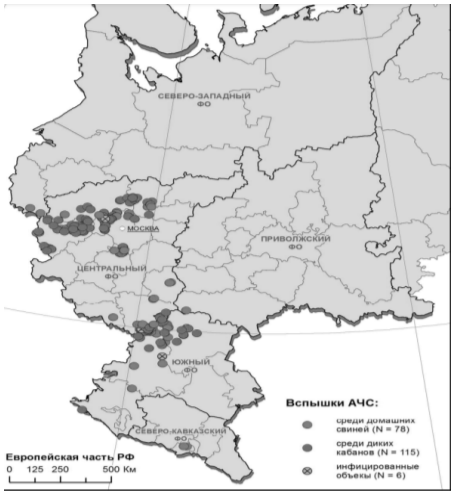


Рисунок 7. Эпизоотическая ситуация по АЧС на территории России в 2013 году

2014 (рис.8) и 2015 (рис.9) годы стабильны по эпизоотии АЧС. Регистрировано 80 пунктов за 2014 год, из которых 32 среди домашних и 48 среди диких свиней. Отмечено 85 случаев АЧС в 2015 году, при этом 45 среди домашних синей и 40 среди диких.

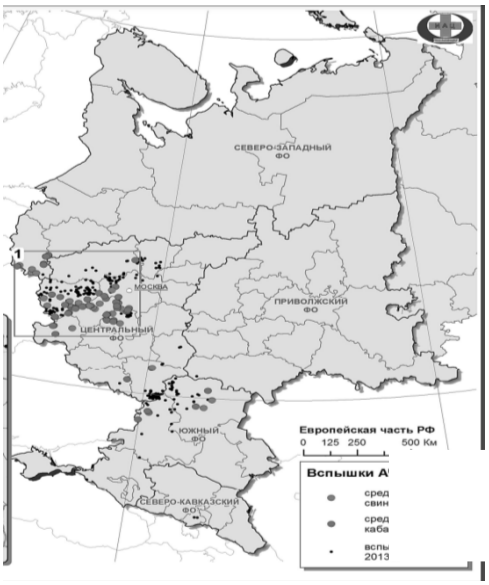


Рисунок 8. Эпизоотическая ситуация по АЧС на территории России в 2014 году

Рисунок 9. Эпизоотическая ситуация по АЧС на территории России в 2015 году

2016 год характерен самыми высокими показателями по эпизоотии АЧС с момента появления заболевания в России и по настоящие время. Отмечено 298 вспышек из них 222 среди домашних свиней и 76 среди диких.

Наиболее неблагоприятная обстановка регистрировалась в центральной части страны, где зарегистрировано 210 случаев или 70%. Наиболее критичными регионами оказалась Московская, Владимирская, Волгоградская, Вологодская, Воронежская, Нижегородская, Ивановская и Саратовская области (рис.10). В большинстве вспышек заболевание фиксировали в частных домашних хозяйствах,

отсюда следует главная причина массово распространения, а именно не соблюдение профилактических мер по АЧС и бесконтрольная реализация продукции полученной от малых хозяйств [2].

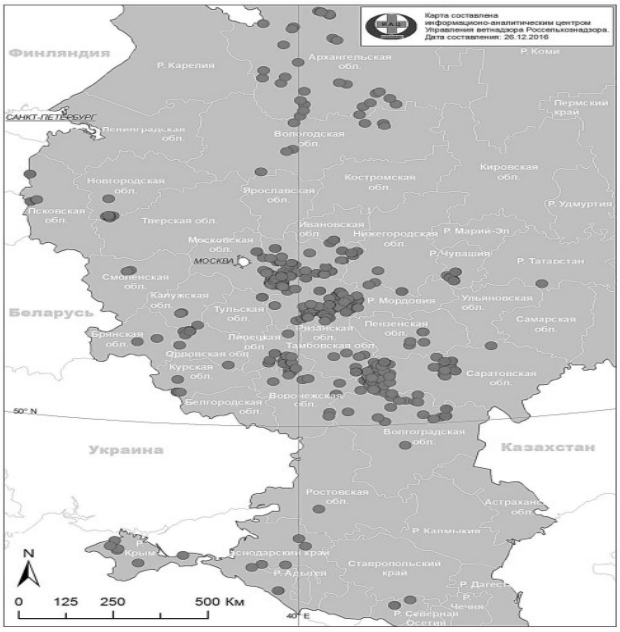


Рисунок 10 . Эпизоотическая ситуация по АЧС на территории России в 2016 году

2017 год ситуация стабилизировалась, отслеживается спад эпизоотии. Зарегистрировано 188 случаев, 143 среди домашних свиней и 45 среди диких (рис.11).

Рисунок 11. Эпизоотическая ситуация по АЧС на территории России в 2017 году

2018 год – зарегистрировано 112 случаев, в их числе 55 среди домашних свиней и 57 среди диких. Наиболее неблагополучный регион по АЧС Калининградская область, причина – завоз заражённого мяса из стран Европы (рис. 12).

Рисунок 12. Эпизоотическая ситуация по АЧС на территории России в 2018 году

2019 год наблюдается рост неблагополучной эпизоотии АЧС всего 144 случая, 79 по домашним свиньям и 65 по диким (рис.13).

Рисунок 13. Эпизоотическая ситуация по АЧС на территории России в 2019 году

В 2020 год на территории РФ выявлено 280 вспышек АЧС, 118 среди диких и 162 среди домашних свиней. Наиболее неблагоприятные по АЧС оказались Самарская область, Еврейская область, Приморский и Хабаровский край (рис.14).

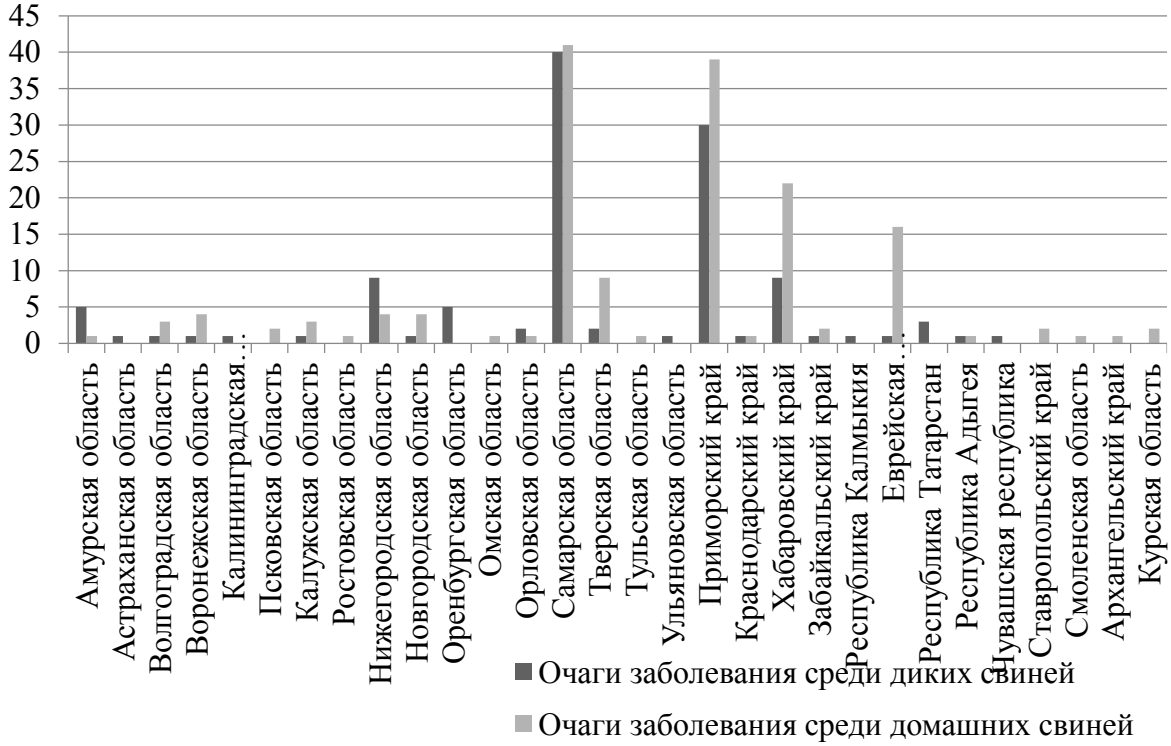


Рисунок 14. Эпизоотическая ситуация по АЧС в 2020 году

За 2021 года по данным информационно-аналитического центра управления Россельхознадзора отмечено 183 вспышки, 120 по домашним свиньям и 63 по диким кабанам. Карантин веден в 65 очагах: 1 очаг – в Тверской, Костромской и Орловской областях, Еврейской автономной области; 2 – в Белгородской, Брянской, Владимирской, Псковской областях; 3 – в Самарской, Саратовской областях и Приморском крае; 6 – в Нижегородской области; 7 – в Ярославской области; 8 – в Хабаровском крае; 23 – в Амурской области. 16 объектов инфицированных АЧС. 1 очаг – в Волгоградской, Белгородской, Саратовской, Архангельской и Нижегородской областях; 2 – в Хабаровском крае, Самарской, Брянской и Псковской областях; 3 – в Амурской области.

В дикой фауне в режиме карантина по АЧС находятся 10 очагов: 1 – в Чувашской Республике и Приморском крае; 8 – в Ярославской области. 4 инфицированных АЧС объекта: 1 – в Ярославской области, 3 – в Самарской области [3].

Всего на территории Российской федерации в период с 2007 по 2021 год было отмечено 2032 вспышки по АЧС 1223 случая в популяции домашних свиней и 809 в популяции диких кабанов (рис. 2).

Прогноз по развитию эпизоотии АЧС на территории Российской Федерации в 2021 году остается неблагоприятным, а риск дальнейшего распространения инфекции высоким.

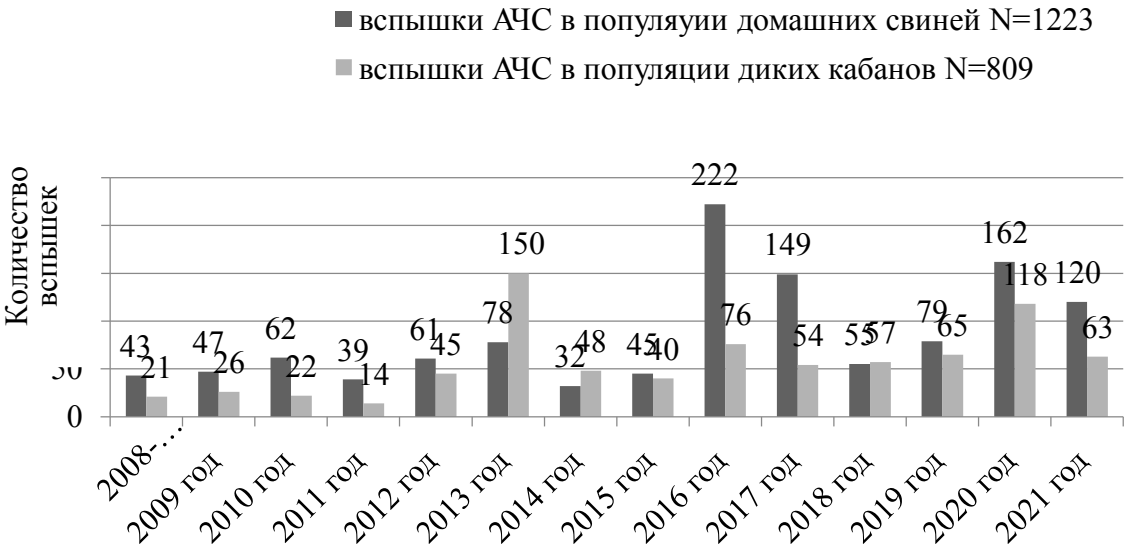


Рисунок 15. Вспышки АЧС на территории Российской федерации за 2007-2021 год

Таким образом, единственным способом борьбы с АЧС является соблюдение профилактических мероприятий и соблюдения, необходимых ветеринарных требований прописанных в Приказе Министерства сельского хозяйства РФ от 21 октября 2020 г. № 621 «Об утверждении Ветеринарных правил содержания свиней в целях их воспроизводства, выращивания и реализации» [4]. Все профилактические мероприятия сосредоточены на недопущение распространения вируса и изоляцию очагов заболевания. К ним относят:

Проведение ежедневных осмотров ветеринарным специалистом, а также плановых клинических исследований поголовья.

Осуществлять деятельность предприятия в изолированном режиме не допускать посторонних в свиноводческие комплексы, а работникам и посетителям, прибывшим на предприятие надевать стерильные халаты, перчатки, маски, бахилы.

Оборудование, транспорт и инвентарь перед размещением их на предприятие должны проходить специальную обработку согласно всех предъявляемых санитарными нормами требований.

Соблюдать на траттории предприятия порядок и стерильность, не допускать загрязнения окружающей среды продуктами жизнедеятельности и отходами производства, не допускать открытого взаимодействия поголовья с внешней средой. Не допускать контакта, с другими животными, проводить регулярную дезинфекцию, дезинсекцию, дизакаризацию и дератизацию.

Совершаться перевозку свиней только по согласованию с ветеринарными службами и соблюдать карантинные мероприятия для вновь прибывших голов.

По обнаружению больных особей, а также мертвых свиней немедленно осведомлять органы ветеринарной службы.

Реализации продукции осуществлять строго под контролем ветеринарной службы, с соблюдением всех норм и правил по реализации свиноводческой продукции на территории Российской федерации.

Литература

1. АЧС в Российской Федерации, 2007-2018 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://fsvps.gov.ru/fsvps/asf/chronology/#2021 (Дата обращения: 28.03.2022).
2. Макаров В.В. Эпизоотологическая характеристика вируса африканской чумы свиней/ В.В. Макаров, О.И. Сухарев, И.В. Цветнова. Ветеринарная Практика № 1(60), 2013.
3. Обострение эпизоотической ситуации по африканской чуме свиней на территории Российской Федерации [Электронный ресурс] URL: https://rshn-alt.ru/ index. php/ novosti/ kategori/vnutr/9626-obostrenie-epizooticheskoj-situatsii-po-afrikanskoj-chume-svinej-na-territorii-rossijskoj-federatsii.
4. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 21 октября 2020 г. № 621 «Об утверждении Ветеринарных правил содержания свиней в целях их воспроизводства, выращивания и реализации»
5. Трубкин А. И. Инфекционные и инвазионные болезни свиней: учебное пособие / А.И. Трубкин, Д.Н. Мингалеев, М.Х. Лутфуллин. Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 180 с.

EPIZOOTIC MONITORING OF AFRICAN SWINE FEVER

N.A. Tatarnikova
FSBEI HE «Perm SATU»
Perm, Russian Federation

Abstract. *African swine fever is a highly contagious viral disease characterized by fever and cell damage, characterized by 100% mortality. The causative agent of this infection is a DNA-containing virus of the Asfarviridae family, the genus Asfivirus. The virus has many varieties, is highly virulent, but has a weak antigenicity. The source of infection is sick, recovered animals, and the transmission factor is the corpses of dead pigs. The reservoir and carrier of the African plague are argas ticks. In this work, monitoring of the epizootic situation of African swine fever (hereinafter ASF) in the territory of the Russian Federation was carried out.*

Key words: *African swine fever, epizootic situation, monitoring.*

Об авторе

Татарникова Наталья Александровна (Пермь, Россия) – доктор ветеринарных наук, профессор, заведубщий кафедрой инфекционных болезней, ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», e-mail: tatarnikova.n.a@yandex.ru.

УДК 636.0.745
А.К. Шишкина, Д.А. Негодных;
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,
Пермь, Российская Федерация

ФАЛЬСИФИКАЦИЯ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Аннотация. В статье рассмотрены виды фальсификации. Рассмотрены основные методы исследования молока и молочных продуктов. Исследованы микроорганизмы молока. Установлены правила продажи молока.

Ключевые слова: молоко, молочные продукты, обсемененность, бактерии, кислотность, плотность.

В современном мире, сметана часто продаваемый продукт, который является одним из основных кисломолочных продуктов, используемых для питания детей и взрослых. В сметане содержится большое количество необходимых человеку жиров, витаминов, макро- и микроэлементов, недобросовестные производители часто пытаются фальсифицировать данный продукт, с целью извлечения выгоды. Подделка отрицательно сказывается на качестве продукта и его пищевой ценности.

Проверку продуктов проводят физическими, химическими, микробиологическими методами. Для того чтобы определить наличие добавленной воды в молоке, важно знать, где она добавлена. Это могут сделать производители сырого молока, получатели, перевозчики, на месте сбора молока, во время транспортировки на молокозавод или на самом молокозаводе.

Определение точки замерзания молока является наиболее точным, простым, быстрым и надежным методом для обнаружения даже самых незначительных количеств добавленной воды в молоке. Температура замерзания имеет тенденцию к повышению с увеличением количества воды в молоке.

В качестве надежного метода определения наличия добавленной воды в молоке зарекомендовали себя некоторые другие методы, такие как определение содержания жира, плотности, вязкости, кислотности и сенсорная оценка. С увеличением количества добавленной воды в молоко содержание жира имеет тенденцию к снижению по сравнению со средним значением неразбавленного молока. Добавление воды в молоко приводит к небольшому увеличению значения pH, поскольку среднее значение pH молока ниже, чем pH воды [5]. Удовлетворительному контролю поставок молока способствовал бы быстрый метод определения содержания бактерий. Не может быть сомнений в том, что наиболее точный подсчет получается при инкубации пластинчатых культур в течение пяти дней при комнатной температуре, но, несмотря на это, два дня при температуре 37° С. являются единственным стандартным методом [1].

Таблица 1

Определение вязкости молока [5]

Модели	Вязкость [мПас] ± Sd
Неразбавленное молоко (м 0)	33.83a ± 0.153
5% H2O	32,83ab ± 0,208
10% H2O	32.63b ± 0.208
15% H2O	31,63bc ± 0,153
20% H2O	31,33bc ± 0,321
25% H2O	30.90d ± 0.200
30% H2O	29.27d ± 0.252
35% H2O	28,90de ± 0,100
40% H2O	28.73e ± 0.153
45% H2O	27.90ef ± 0.436
50% H2O	27.13f ± 0.153

Данные продукты являются фактором передачи опасных заболеваний, которые могут приводить к массовым эпидемиям и эпизоотиям. Были рассмотрены гомогенные и негомогенные стрептококки. Гемолитические стрептококки не размножаются в молоке в какой-либо степени при температуре 20 С. или ниже; при 26 С. в течение первых шести часов в стерильном или коммерческом молоке размножение практически отсутствует, но по истечении двадцати часов в стерильном молоке наблюдается значительный рост. В товарном молоке их рост подавляется ростом других бактерий; это справедливо и для более высоких температур [4].

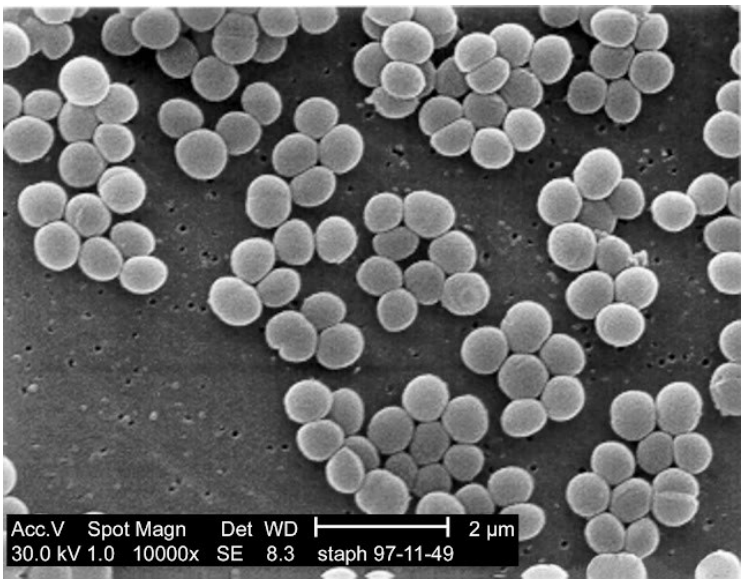


Рисунок 1. Гемолитический стрептококк

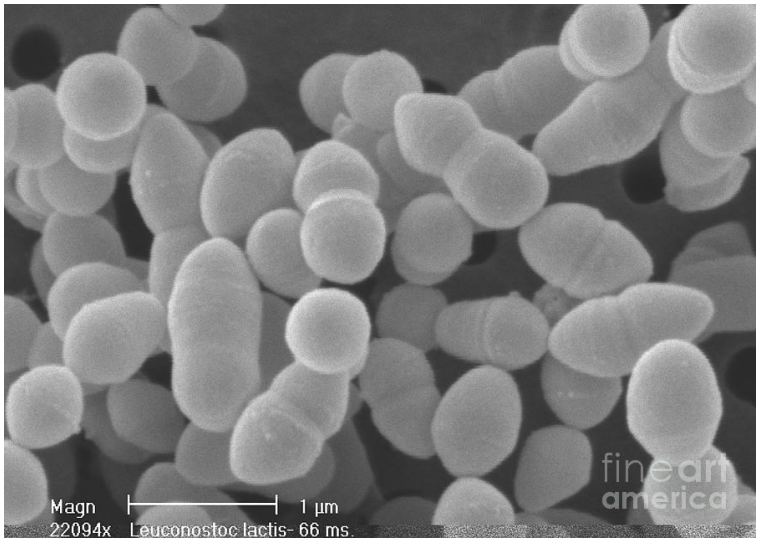


Рисунок 2. Негемолитический стрептококк

Установлены определенные правила производства молока и молочных продуктов, нормы содержания животных, строго определены места продажи, производства, утилизации, продажи на импорт экспорт, специальные документы на продукцию [3].

Литература
1. Бактерии в молоке и продуктах его переработки [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.jstor.org/stable/1764047 (Дата обращения: 30.10.2021).
2. Быстрый метод подсчета бактерий в молоке [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.jstor.org/stable/1640227 (Дата обращения: 20.10.2021).
3. Молоко и молочные продукты. Производство, уход и продажа [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.jstor.org/stable/pdf/4567793 (дата обращения: 20.10.2021).
4. Рост и жизнеспособность стрептококков бычьего и человеческого происхождения в молоке и молочных продуктах [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.jstor.org/stable/30071973 (Дата обращения: 21.10.2021).
5. Сравнение методов определения фальсификации молока [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/321825467 (Дата обращения: 30.10.2021).

ADULTERATION OF MILK AND DAIRY PRODUCTS

A.K. Shishkina, D.A. Negodnykh
FSBEI HE «Perm SATU»
Perm, Russian Federation

Abstract. *The article deals with the types of adulteration. The basic methods of testing milk and dairy products are reviewed. The micro-organisms in milk are examined. The rules for the sale of milk are established.*

Keywords: *milk, dairy products, infestation, bacteria, acidity, density.*

Об авторах

Шишкина Анна Константиновна (Пермь, Россия) – студент (магистратура) специальность ветеринарно-санитарная экспертиза, ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», e-mail: shishkinaanna@lenta.ru.

Негодных Дмитрий Алексеевич (Пермь, Россия) – ветеринарный врач кафедры инфекционных болезней ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», e-mail: nda0383n@yandex.ru.

Содержание

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ…… 3
Абашев Д.Р., Погудин А.Л.
МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПАПИЛЬОНИРОВАНИЯ ЛЕБЕДКАМИ ЗЕМСНАРЯДА ПРОЕКТА Р-36…… 3
Алексеев Н.А., Радаев А.В., Кудрявцев Ю.В.
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ С БЕРЕГА ПРИ СТОЯНКЕ СУДНА В ПОРТУ – НАДЕЖНЫЙ СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ…… 7
Алексеев Н.А., Радаев А.В., Кудрявцев Ю.В.
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СУДОВЫХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЗА СЧЁТ ПРИМЕНЕНИЯ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ…… 12
Артемьева Я.И., Дементьев Р.Е., Додатко С.А., Селезнев А.С., Федосов Д.С.
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАВИЛЬНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЦИФРОВОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ СБОРНЫХ ШИН ПРИ ВНЕШНИХ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЯХ…….. 18
Ахметов М.И., Старухина М.Ю., Зуб И.В.
ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЧЕСКИХ УПРАВЛЯЕМЫХ ТЕЛЕЖЕК (AGV) В КОНТЕЙНЕРНЫЕ ТЕРМИНАЛЫ……. 26
Балчугов С.В., Чабанов Е.А.
ТЕРМОЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРЫ НА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ…….. 32
Винокуров А.В., Гук Г.А.
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАБОТЕ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА: СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ…….. 36
Волков А.А.
ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ДОВЕРИЯ К ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЕ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМОГО ОТКЛОНЕНИЯ ОТ КУРСА ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ПЕРЕХОДА В ЭКНИС……. 40
Гаврюшин С.С., Ломов В.В.
РАЗВИТИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ…… 50
Гаджибабаев Г.Р., Абдулгамидов К.С., Даудов Р.М., Тавлуев Д.Д.
ПОМЕХОУСТОЙЧИВАЯ СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ПО ПРОВОДНЫМ КАНАЛАМ ЛИНИЙ 6-35……. 55
Дроздов А.И., Кулешов П.В.
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ГРУНТОЗАБОРА ЗЕМСНАРЯДА ПРОЕКТА 1-520-01…… 60
Захаров Г.И., Бартова Е.В.
ВНЕДРЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ТРАНСПОРТНУЮ ИНФРАСТРУКТУРУ……. 64
Идрисов А.А., Погудин А.Л.
АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ГЛАВНЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ ПРОЕКТА 911В……. 67

Ковальский К.В. Бурков А.Ф.
ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРЕХФАЗНЫХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ……. 71
Корсак К.В., Новиков П.Э., Иванчик В.А.
РАЗРАБОТКА 8-БИТНОГО МИКРОКОНТРОЛЛЕРА…… 76
Кратович П.С., Тернов Р.Е., Ловшенко И.Ю.
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АРСЕНИД-ГАЛЛИЕВОГО ГЕТЕРОПЕРЕХОДНОГО БИПОЛЯРНОГО ТРАНЗИСТОРА…… 80
Ляхин С.Д., Кулешов П.В.
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БУКСИРНОЙ ЛЕБЁДКИ НА ТЕПЛОХОДЕ ПРОЕКТА Р-33Б…… 87
Марков А.В., Чабанов Е.А.
СТАНДАРТИЗАЦИЯ КАК ФУНДАМЕНТ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ…… 91
Мельчаков В.Д., Погудин А.Л.
МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СУДОВОЙ КРАН-БАЛКОЙ ПРОЕКТА Р109…… 95
Николенко А.И., Веселова Н.М.
РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ГЕНЕРАЦИЯ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА РАБОТУ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ……. 98
Носов А.Н., Погудин А.Л.
ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ДАТЧИКОВ УРОВНЯ ВОДЫ В ТРЮМАХ ПРОЕКТА 887А……. 104
Рогова Ю.А.
РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «СИГНАЛ «Ч» ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ……. 108
Светличный С.В.
ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ…. 116
Тюмин В.А., Погудин А.Л.
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И ОТКАЧКИ ТРЮМНЫХ ВОД СУДНА ПРОЕКТА Р-85……. 120
Фёдоров Р.С., Погудин А.Л.
МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ НА СУДНЕ ПРОЕКТА Р-109 «ПОРТОВЫЙ-1» …… 124
Шершнев Н.А., Кулешов П.В.
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА АВТОСЦЕПА СУДНА ПРОЕКТА 887А «ШЛЮЗОВОЙ-19»……. 128
Ягоферов А.А., Кулешов П.В.
МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА СУДАХ ПРОЕКТА Р-109…….. 131
Пацей Н.В., Навроцкий Ю.Ю., Джабер Г.
АНАЛИЗ СТРАТЕГИЙ ИМЕНОВАНИЯ КОНТЕНТА И МАРШРУТИЗАЦИИ В ПРОЕКТАХ ИНФОРМАЦИОННО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ СЕТЕЙ…….. 135
ЭКСПЛУАТАЦИЯ И СЕРВИС ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И КОМПЛЕКСОВ……. 139

Барановская Е.И., Попова М.В., Линкевич А.А., Драгун А.М.
ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОФИБРЫ
ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА……... 139
Бубнов Е.Я.
НИЗКОЧАСТОТНОЕ АКУСТИЧЕСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ВЫХЛОПА
ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ……. 142
Веселицкий С.В., Чабанова Е.В.
ПРОБЛЕМА ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТРАНСПОРТА…….. 145
Елтышев В.А., Барыкин Ю.А.
ВЛИЯНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОПОРЫ БАЛКИ
НА ЕЕ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ……. 148
Иовлев Г.А., Голдина И.И.
ВЛИЯНИЕ БАЛЛАСТИРОВАНИЯ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ
СВОЙСТВА ТРАКТОРОВ РАЗЛИЧНЫХ ТЯГОВЫХ КЛАССОВ
(ДИАПАЗОНОВ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ)……. 152
Касаткин Г.Д.
ПОРТЫ ДЛЯ ПЕРЕГРУЗКИ РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ…… 158
Кошман В.С.
ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ
РЕАКТОРОВ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК…… 164
Крива И.Е., Чупина К.В.
ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И КАДРОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ
СУДОРЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ…….. 167
Лукьянов А.П., Гаврилова В.В.
ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ РОССИЙСКИХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ …….. 174
Михайлов М.А., Гаврилова В.В.
ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ
НА УРАЛЕ: ЕГО ПРЕИМУЩЕСТВА …….. 177
Чихачев А.В.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ПЕРЕГРУЗКИ ПЫЛЯЩИХ НАВАЛОЧНЫХ ГРУЗОВ
В ПОРТАХ И ТРАНСПОРТНЫХ ТЕРМИНАЛАХ…….. 182
Шаякбаров И.Э., Пугин К.Г.
ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ
СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНЫХ МАШИН, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ
В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ …… 190

АГРОПРОМЫШЛЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ……..…. 195
Веремейчик Л.А.
СОВРЕМЕННАЯ НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, НАПРАВЛЕННАЯ
НА РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.. 195
Галкин В.Д., Галкин А.Д., Хандриков В.А., Федосеев А.Ф.,
Грубов К.А., Огнев С.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ
В ВИБРОПНЕВМООЖИЖЕННОМ СЛОЕ …… 205
Жданова И.Н.
СИСТЕМА ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ
КОЛИБАКТЕРИОЗЕ (ЭШЕРИХИОЗЕ) ТЕЛЯТ. ОБЗОР
ЗАРУБЕЖНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ…….. 210

Казияхматова Л.А., Юнусова О.Ю.
ВЛИЯНИЕ ХВОЙНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ……. 214
Кафиев И.Р.
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ ТЕПЛИЦЫ С АККУМУЛИРОВАНИЕМ ТЕПЛА…… 217
Лоткова В.В., Азаров В.Б.
ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ОБРАБОТОК ПОЧВЫ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ…….. 220
Лялин Е.А.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СПИРАЛЬНО-ВИНТОВОГО ДОЗАТОРА МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ……... 225
Маркевич Р.М., Витебский С.А., Лоцкая А.С.
КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МОЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА……. 229
Негодных Д.А.
ТРИХИНЕЛЛЕЗ БЕЛЫХ МЕДВЕДЕЙ……... 233
Новикова О.В. (Кочетова), Костарев С.Н.
ЭПИЗООТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НОДУЛЯРНОГО ДЕРМАТИТА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА…….. 237
Овсюхно Т.В., Ильичева Л.А.
ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ ЛИКВИДАЦИИ ЭПИЗООТИЧЕСКОГО ОЧАГА АЧС В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ…….. 242
Первушин А.А., Волков С.В.
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ФАЛЬСИФИКАЦИИ МОЛОКА И МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ. ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ…….. 249
Решеткина Ю.В.
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РЫНКА МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ В РОССИИ…… 253
Середа Т.Г., Костарев С.Н.
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА В ПЕРМСКОМ КРАЕ И ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ДЕРЕВОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА БАЗЕ ПЕРМСКОГО ГАТУ…….. 258
Столярова О.А.
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ПОДСОЛНЕЧНИКА В ОРГАНИЗАЦИИ……. 264
Сычугова Т.Г., Негодных Д.А.
ЦИСТИЦЕРКОЗ В ГОВЯДИНЕ…….. 268
Татарникова Н.А.
ЭПИЗООТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ АФРИКАНСКОЙ ЧУМЫ СВИНЕЙ……. 272
Шишкина А.К., Негодных Д.А.
ФАЛЬСИФИКАЦИЯ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ……... 280