

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

А.С. Богатырёва, Н.Н. Яркова

ПРОГРАММИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И АДАПТИВНОЕ РАСТЕНИЕВОДСТВО

Учебное пособие

" " 0' " ë " "
 " ì " " " " " " /
 " " " " " " " " /
 " " " " " " " 0' "
 " " " " " " " /
 " "ë" " " " ì 0' "
 " " " " " " " "
 " " " " " " " " "
 3; 75" 0'* " " 0 0' +0' " " " "
 " " " " " " " /
 " " " " 0' " " /
 " " " " < 0 0' "ó" /
 ." 0 0' "ó" ." 0 0' "ó" ." /
 0 0' "ó" 0' " " " /
 " ." "32" ." " " " "
 0' " " " " " " " "
 " " " " " " " /
 " " " " " " " /
 " " " 0" " " " " " /
 " " " " " " " " /
 ." " " " " " " 0' /
 " "422" " ." " " " " "
 " " " " * " " " "
 + " " " " ." " " " 0' "
 " " " " " " " " /
 " " " " * ." ." /
 " " 0 0 0' " " " " " "
 ë ì ." " " " " " " ." /
 " " " " " 0' " /
 " " " " " " " " "

+ " " "9" 1 0 " " "
 " " " " " " " /
 " " " " " " " "
 " " " " " " " /
 " "3: 62/3: : 7" 0' " " " " "
 38" 1 0' " "ZKZ" "6" "ZZ" 0' " " " /
 " " " " " " " "3; 42/
 3; 62" 0' " " " "47/52" 1 0'
 "3; : 8" 0" " " " " /
 " " " " " " " "622" " "
 : 22" 1 " 00" " " " " /
 " " " " " " " " " "
 " " " "75" 1 ." " " "6"86" 1 "]334_0'
 " " " " " " " 0 0' "
 " " " " " " " "39: 2/3: : 2"
 0:" " " " " " " " /
 " " " " " "4.5" " " " /
 " "3: : 7/3; : 8" 0:" " " " /
 ." " "5.7/6" 0' " " " /
 " " " " " " " " /
 " " " " " " " " /
 " " " " " " " " /
 " " " " " " " 0'
 " " " " " " " " "
 " " " " " " " " "
 " 0:" " " " " " " " "
 " " " " " " " " "
 " " " " " " " "6" /
 " " " " 0' " " " " /
 " " " " " " " " /
 " " " " " " " "00'e /

" " " " " " " " " "
 " " " " " " " " /
 0" " " " " " " /
 " " " " " " " "
 < " " " " " "
 30' " " " " " "
 0' " " " " " " 0'
 " " " " " " " /
 " " " " " " " /
 " " " " " " " "
 " * " ? " + 0'
 0 0' "]323_ " " " " /
 " " " " " " " " /
 " " " " " " " " /
 " " " " " " " " /
 " " " " " " " " /
 ." " 32/37" " " 72" 0' " " 0 0' ." "
 0 0' "]; _ " " " " " " /
 " " " " " " " " /
 " "4/5' " " " " /
 0' " " " " " " 0'
 " " " " " " " " "
 " " " " " " " " "
 " " " " " " " " "
 " " " " " " " " /
 " 0' " " " " / " " "
 "72' " " " " " " /
 " " " " "38.7' " " /
 "]5: _0' " " " " " 0 0' "]322_ " " /
 " " " " " " " " " "

факторов: адаптивного потенциала растений, биологического улучшения свойств почвы и биологической защиты растений.

3 0 5 0 3 0 3 0 "

"

Адаптивный потенциал культурных растений можно рассматривать в узком плане, то есть на уровне вида и сорта, и в широком плане – агробиогеоценотическом. В последнем продуктивность агроценозов (агробиоценозов) и агроэкосистем является функцией не только культивируемых растений, но и других биологических компонентов агробиогеоценоза (сорняков, почвенной микрофлоры, полезной и вредной энтомофауны, орнитофауны и т.д.).

Для дальнейшего изложения материала необходимо привести более подробную расшифровку терминов «агроценоз», «агрофитоценоз», «агроэкосистема», «агроландшафт».

Агробиоценоз, агроценоз – это биогеоценоз, созданный человеком. Преобразованное из естественного и регулярно поддерживаемое человеком сообщество организмов. Например, огород, пастбище, пашня [13]. Агроценоз отличается ограниченным составом растительных и животных видов, который постоянно регулируется человеком (прополка, устройство скворечников, установка ульев). Агроценоз создается для получения сельскохозяйственной продукции (овощей, кормовых трав, зерна и т.п.).

Агрофитоценоз – совокупность сорных и культурных растений, обитающих на территориях, занятых искусственными посадками: пашнями, огородами и т.п. Доминирование культурных растений в агрофитоценозе обеспечивается человеком. Агрофитоценоз является основой фитоценозов [13]. По мнению Б.М. Миркина и др. [67], агрофитоценоз рассматривается не как конкретный посев, а как вся ротация культур

è ì " " " " " " "

 0'

 " " " " " " "

 " . " " " " /

 " " " " " " " /

 " " " . " " " "

 0' " " " " " /

"ó" " " " " "

* " " " + " " " "

 " " " " " " " /

 " 0' " " " /

 " " " " " " "

 " " " " " " " /

 " " " " " " /"

 " . " " " . " "

 " " " " " /

 " " " " " " /

 " " " " " " /

 " " " . " " " /

 0' " " " " /

 " " " " . " " " /

 " " " " " "

 " . " " " " "

 " * " " + " "

 " " " " " " " "

 " " " " " * "

 " " " +0'

 " " . " " " " /

 " " " " " " /

 " " " " " " "

 " " " " " " /

 . " " " " " /

" " " " " " " /
 " " " " " " " /
 " " " " " " " /
 " " " " " " " "
 " 0'
 " " " " " " " /
 " " " " " " " "
 * + " " " " " " "
 " " " " " " " "
 " * " " " " /
 " " " " 0' " " /
 " " " " " " " 0' "
 " " " " " " " "
 " " " " " " " /
 " " " " " " " /
 " " " " " " " /
 " " 0 0'
 " " " " " " " /
 " " " " " " " /
 " " " " " " " /
 " " " " " " " "
 " 0' " " " " " " "
 " " " " " " " " /
 " 0' " " " " " " /
 " " " " " " " " /
 " " " " 0' " " "
 " " " " " " " " /
 " " " " " " " " /
 " * " " + " " " " /
 " " " " " " " " /
 " " " " " " 0'

.	"	.	"	.	"	"*	"	"	"ó"
.	"	.	"	.	"	±	"	/	
"	"			0'	"	"	"	/	
.	"	.	"	"	"	.	"	/	
"	"	"	"	"	"	0'	"	/	
"	"	"	"	"	"	"	"	/	
"	"	"	"	"	"	"	"	/	
"	"	"	"	"	"	0'	"	/	
"	"	"	"	"	"	"	"	"	
"	"	"	"	"	"	"	"	.	"
"	"	"	"	"	"	.	"	.	/
.	"	"	"	"	"	0 0'	"		
"	"	"	"	"	"	"	"	/	
"	"	"	"	"	"	"	0'	"	
"	"	"	"	"	"	0'	"	"	
"	"	"	"	"	"	"	"	/	
"	"	"	"	"	"	"	"	"	
"	"	"	"	"	"	"	"	"	
"	"	"	"	"	"	"	"	"	
"	"	"	"	"	"	"*	"	±	
"	"	"	"	"	"	"	"	"	
"	"	0'	"	"	"	"	"	"	
30'	"	"	"	"	"	"	"	/	
0'	"	"	"	"	"	"	"	"	
"	"	"	"	"	"	"	"	/	
0'	"	"	"	"	"	"	"	/	
"	"	"	"	"	"	0'	"	"	
0'	"	"*	"	±	"	"	"	/	
"	"	"	"	"	"	"	"	/	
"	"	"	"	0'	"	"	"	"	
"	"	"	"	"	"	"	"	/	
"	"	"	"	0'	"	"	"	/	

" " 0' " " /
 " " " " " " /
 " " * " " + " " "
 " " " " " " /
 " " " " " " /
 " 0' " " " " /
 " " " " " " " " "
 " 0' " " " " " " /
 " " "]56_0' " " "
 " " " " " " < " "
 " " " " " " " " /
 " " " " " " 0' " " /
 " " " " " " " " " /
 " " " " " " = " "
 " " " " " 0' " " "
 " " " " " " " " "
 " " " " " " " " " /
 " " * " " + 0' " " "
 0 0' " " " " " " " "
 " " " " " " " " " "
 " " " 0' " " " /
 " " " " " " " " /
 " " " 7" " " " " 44"6" "
 32" " " " * " " " 4/4.7" "
 01 " " 3.7" " 01 " +]57_0' " "
 0 0' " " " " " " 4.7/5" 1 " "
 " " " " " " " "
 "44" " " 0' " " " /
 " " " " " " /
 " 0' " " " " " /

< " " "4.2" " " "
 "3.7" " " "3" " " " /
 " " "4" " "3" " " "4"
 " .3.47" 1 " "]327_0'
 " " " 0 0' " " 0" " /
 " " " " " " /
 " " " " " " /
 " " " " " " /
 " " " " " " "]6_0'
 " " " " " " "
 " " " " " " /
 < "*" " " " " " 0:"
 "*" " " " " " " 0:"
 "*" " " " " " " "
 " " 0"]5: _0' " " /
 " " " " " " " " /
 " " " " " 0' " " /
 " " " " " " " " "
 " " " " " " " " /
 " " " " " " " " /
 " " " " " " " " /
 " " " " " " " " /
 "*" " " " " " " " /
 "*" " " " " " " " /
 " " " " " " " " /
 " " " /" " " " " "
 " " " " " 0' " " "
60' " " " " /
 " " " " " " 0' "

" " " " " " /
 " * " + " " " " "
 * " " " " " " "
 ." " " " ." " /
 ." " + " " " /
 "*" ." " " /" " /
 ." " " " + " "
 " " " " " ." " /
 " " " 0 0'
 " " " " " /
 " " " ." " " " /
 " " " " " " ." "
 " " " " " " " "
 0' ." " " " ." " /
 ." ." " " " " " "
 5;/7:' ." " " " " 6" " 7/;']5: 0"
 " " " " " " " "
 " " " 0 0' 0' " " ." " /
 " " " " " " " /
 " " " " " " " "
 " "3.7/7.:" ." " " " " /
 " " "52' 6" ": "]332_0'
 " " " " " " " "
 " " " " " 0' " /
 " " " " " " " "
 " " " " " " " /
 " 0'
 " " " " " " "
 " " " " 0' " "
 " " " " ." " " /
 " " " "*" ." " +"
 " " " " " " " "

вать в качестве динамического элемента адаптивного растениеводства. Например, в условиях засушливой осени доля озимых культур может быть значительно уменьшена, и наоборот, увеличена при благоприятных погодных условиях.

3 0 5 0 3 0 4 0 " "

Биологическая фиксация азота атмосферы. В адаптивном растениеводстве большая роль принадлежит повышению плодородия почвы и улучшению её свойств за счет биологических факторов, заменяющих гидротехническую и химическую мелиорацию почв, а также применение минеральных удобрений.

Первостепенное место среди биологических факторов, обеспечивающих повышение плодородия почв и заменяющих минеральные азотные удобрения в снабжении растений азотом, отводится биологическому азоту. Значение этого азота можно выразить словами известного советского биохимика В.Л. Кретовича: «... Совершенно очевидно, что почти весь азот, содержащийся в населяющих нашу планету живых организмах, имеет своим источником биологическую фиксацию азота атмосферы почвенными, морскими и озерными микроорганизмами. Отсюда следует, что жизнь на нашей планете зависит от процесса биологической фиксации атмосферного азота» [58].

Способность восстанавливать N_2 до N_4^{\checkmark} выявлена во всех основных группах прокариот (эубактерии, цианобактерии, актиномицеты, архебактерии), в то время как у эукариотических (ядерных) организмов она до сих пор не обнаружена. Тем не менее, многие растения и грибы могут вступать в симбиоз с азотфиксаторами, что существенно расширяет эко-

" " " " " " /
 " " " " " " 0' " " /
 0 0' ." " " " " " ." " /
 " "3" ": 2" 1 0' " " " /
 " 0 0' " " " " " " " /
³⁷P₄" ." " " " " " " /
 " " " " " " " " /
 " " " " 0' " " " /
 / " " " " " " " /
 " '9.7" "64" 1 " " "]364_0'
 " " " " " " " " /
 ." " " " " " " " ." /
 " " " " " " " " " /
 0' " " " " " " " " /
 " " " " ." " " " ." /
 " " " " " " " " 0' /
 " " " " " " " " ." /
 " " " " " " " " " /
 0' " " " " " " " " /
 " " " " ." " " " " " /
 0' " "422" " " " " " " " /
 ." " " " " " " " " " ." /
 †" " " " " " " " " " ." /
 " " " " " " " " "]35: _0' " " /
 " " " " " " " " " 0' /
 " " " " " " " " " " " /
 " " " " " " " " " " " /
 " " " " " " " " " " " /
 0' "3322" " " " " " " ." /
 " " " "422" " " " " " /
 "]35: _0'

" "3" " " / " "*" +0' " /
 " "*" 0' 03+" " " " " "
 " "*73" "65" 1 + " " "*5"
 "59" 1 +0' ." " " " " " /
 " " " " ." " " ." /
 ." ." " " " " 0' " /
 " " " " " " " "
 "]8;_0'
 " " " " " " " /
 " " " " " " " /
 " " " " " 0 0' " "
 " " " " " " " "
 " " " " " " " /
 " 0' ." 0 0' " " " "
 " " " ." " " " " /
 " " " / " " /
 " " " " " " 0' " "
 " " " " ." " " " "
 " " "3" 0 0' " " " " /
 " " " " " " " /
 0' " " " " " " " 0'
 " " " " " " " "
 "6"59" 1 " 00" " "6"54" 1 " 00' " " "
 " " " " " " ." " /
 " " " " "*68" 1 + " "6" " "
 *59" 1 + " " " " "*42" 1 +]79_0'
 0 0' " " " " " "
 " " " " " " " " " "
 " / " " " " /
 " " " " " /
 0' " " " " " " " "

" " " 0' " "
 " " " "*32" 1 " 5+0' /
 " " " " " " " " "
 *42" ": 2" 1 " +0' " " " " /
 " " " " " " " " /
 " "*" " " "6.7" "7.: /8.2=" /
 " " " "6" "83' " ": 9/::' ." /
 " 4 7"6" "6: " "98/::" 1 " " 0 00' " /
 " " " " " " " " /
 " " " "73" 1 " 0 0' " " "
 " " " " " " " " 0'
 " "3" 0 0' ." " " " " " "
 " "3; 4." 339" " 6: " 1 ." "
 " "82."69" "49' ." " /
 "6"52."44" "3: " 1 0' " " /
 " " " " " " " " "*_ : "
 1 +0' "4" 0 0' " "424" 1 " " ." "
 " " "72' ." "
 "6"54" 1 0' "4" 0 0' " " " "
 " " " "*_ 36" 1 +0' " " /
 " " "4" 0 0' " " " /
 " " " " " " " " " "
 " " " 0' " " " " " /
 " " " " "44" 1 ." " /
 " " " "8" 1 0' " ." "
 " " " " " " " " "
 " " " " "]85_0'
 " " " " " " ." "
 " " " " " " " "
 " " " " " " " ." /
 " " " " " " " /
 " " " " " " " " /

8: "

"

0' " " " " " " " /
 " " " " " " " " "
 " " " " " " " " " /
 " " " " " " " " " "
 0"
 " " " " " " " " /
 " " " " " " " " /
 0' " " " " " " " 0' "
 " 0 0' " " 0 0' " " /
 " " " " "362/462" 1 "]63_0" "
 " 0 0' " " 0 0' " " /
 " " " " " " " " /
 " "382/3; 4" 1 " " " " "
 " '98/: 2' "]335_0"
 " " " " " " " " /
 " " " " " " " " /
 0' " " " " 0 0' " " /
 " " 0 0' "]: 5_" " " "
 " " " " " " " " /
 " 0' " " " " " " /
 " " " " " " " " /
 " * 04.'5+0' "4"
 " " " " " " " " "
 " " " " " " " " "
 " " " " "82 82.'3; 92/3; 94" 0]: 5_"

"	"	"	"	"	"	"
2"	59"	72"	46"	37"	/7"	/37"
52"	55"	59"	3; "	32"	/43"	/4: "
82"	44"	46"	34"	9"	/55"	/62"
; 2"	37"	37"	: "	7"	/65"	/68"

" " " " " " " /
 " " " " "92/ " 0' " 0' " /
 " " " " " " "62" "
 " " " " " " " /
 " " " " " " 0' "
 " " " " " " " " /
 " " " " " " " " "
 " " " " " " " " /
 " " " " 0' " " " "
 " / " " /
 " " * 0' " " " 0+ " /
 " " " " " " " "
 " " " " " " " "
 " " " " 0' " " " "
 " " " " " " " " /
 " " " " " " " " "
 " " " " " * " " " + " /
 " " " " " " " 0'
 " " "72" " " " " /
 0' " " " " " " " /
 " " " " " " " " /
 " " " " " " " "
 " "]35: _0' " " " /
 " " " " " C/ qur kt kwo ." "
 " " " " " " " " /
 " " " " " " " 0' "
 " " " " " " " " /
 " " " " " " " " /
 " " 0' " " " " " /
 " " " " " " " /
 " " "34/52" 1 " " " "6"32/: 2." /

	"ó"42/48."	"ó"42/47."	"ó"55/62."	/
"	"ó"36/52."	"ó"62/67."	"	"ó"42/
57" 1	"]75."345."97_0' "	"	"	/
"	"	0' "	."	/
"	" "	"	"	"
"	" "	"	" "	"
"	"	"]63_0'	"	"
"	" "	"	"	"
"	" "	"	"	/
"	" "	"	0' "	/
"	" "	"	" "	/
"	" "	"	" "	"
"	" "	"	" "	/
"	" "	0'	" "	"
"	" "	"	" "	"
"	" "	"	" "	"
"	" "	0'	" "	/
"	" "	"	" "	/
0'	"	"	"	"
"	" "	" "	" "	/
"	" "	"	" "	"
"	"	"	"	/
"	0'	"	"	"
"	" "	" " "	0' "	/
."	" "	" "	" "	"
"	" "	" "	0' "	/
"	" "	" "	" "	."
"	" "	" "	" "	/

" " " /
" " 0' " "
" " < " "*" " "
" ± " " " " /
" = " " "*" /
." " ± " " ." "
" = ." " /
" "*" ± " " /
" ." " " " /
." " " " " " 0' "
" " " ." " " "
" " ." " 0' ." " " /
/ " " " " "
" " ." " " " " "
" " ." " " " " "
" "]43_0' " " /
" " " " ." ." "
" " ." ." " " 0' "
" " " " " " " /
0' " " " " " " /
ë " ì " " 0' "
" ." " " / "
" " ." ." " " "
" " " " " /
" " " 0' " /
" " " " "472" 0' " /
" ." "5722" 0' "3" " " " /
" " " " "]8:_0' "
" " " " " " /
" " " ." " " " /
" " " " " " 0' "

0' * 0' " 0' " " 0' + " . " " "
 " < ." "372/422"<3." " " /
 " 0' " " " " /
 " "2.4/2.5' "*" . " " " 4 7+" " " "
 " " " " 0' " "
 " " " " 4 7"2.47' "*"2.33' " +." "
 " " " < " " ""572/622"<30'
 ." " " 0' " " 0' ." " /
 " " " ." " " " " /
 "7" 1 ." " " "38" " 4 7" "3" "

]77_0'

" " 0 0' " " " " "
 "6" 1 " " " " " " /
 " " " " " " /
 " " " " " " /
 " " " "E-P "6"336<30' " /
 " " " " " " /
 " " " " " 0' " /
 ." " " " " " " /
 " " " " " " " "
 ." " " " " " " ."
 ." " " " " " " /
 0' " " " " " " /
 " " " " " " " " /
 " " " " " "59.3" "*" 27"?'5.; " +]; 3_0'
 " " " " " " " " " "
 " 0' " " " " " " ."
 " " " " " " " " "
 0' " " " " " " /
 " " " " " " " " "
 " " " " " " " /

" 0' " " " " " " " "
 ." " " " " " " " 0'
 " " " " " " " " /
 " " " " " " " 0' " " "
 " " " " " " " ." " " /
 " " " " " 0' " 0 0' " " /
 " " " ." " " " " " /
 " " " " " " " " "48' " "
 " " " " " " " '42']3_0'
 " " " " " " / " " "
 " " " " " " " ." "
 " " " " " " " " " "
 " " " " " " " " 0' 0' "
 " 0' " " " " " " " ." " /
 " " " " " " " " " " "
 " " ." " " " " " " " /
 " " " " " " " " " " "
 " 0' " " " " " " " /
 " " " " " " " "*" " " /
 " " " " " " "+" " " " " "
 " " " " " " " " " " "
]77_0'
 " " " " " " " " " /
 ." " " " " " " /
 "62" 1 " " "6" 1 " " " /
 " " "62" 1 " " " " "
 " " " " " " " " /
 " "8/32' 0' " " " " " " " /
 " " " " 0' 0 0' " " " /
 ." " " " " " " " " /
 " " " " " " " " "32" "

" "5.7" " " "
]358_0' " " " " " /
 " " " " " " " /
 " " " "5.7" " " 0'
 " " " " " " " "
 " " " " " " " /
 + " " " " " " "PRM" " /
 " " " " " " "58" 1 " ." "
 " " "6"5: .9" 1 ." " " " "
 " " " " " " "27" " "
 5.99" 1 "]329_0' " " " " " "
 " " " " " " " " /
 " " " " " 0' " " "
 " / " " " "
 " " " " "5" 1 " " " "
 " " " " " " " " " " "
 " " " " " " " " " " /
 " " " " " " " " " /
 " " "3;" " " " " "45" "]34: _0"
 " " 0 0' ." " " " /
 " " " " " " " /
 ." ." ." " " " " "
 " " " " " " " /
 " " " " " " " /
 " " "ë" " "ó" " "ó" " "
 ì "*8.45" 1 +0' " " " " " "
 " " " " " " " " " " "
 " " " " " " " " " " "
 " " " " " " " " " " "
 ." " " " " " " " " " /
 " " " " " " " " " " /

::"

"

0' " " " " /
 " " " " " " /
 " " " " " *P †82 " " /
 " " "6"37.6" 0' " " " /
 " " " " " " " " /
 52" 1 ." " " " " " " " /
 " " " " " " " " /
 0' " " " " " " " /
 " " " " " " " " /
 ." " " "] ; 3_0' " " " /
 " " " " " " " " /
 " " " " " " " " /
 " " " " 0' " " " /
 ." " " " " " " " /
 ." " " " " " " " 0' /
 " " " " " " " " " " /
 3: ; 8" 0' " 0' " " " " " " " /
 " " " "3: ; : /3; 23" 0' 0 0' " " /
 0 0' 0' " " " " " " " /
 " " ." " " " " " " /
 " " "]35: _0' " " " " " /
 " " " "3; 33" 0' " " /
 " " " " 0' " " " /
 " "3; 4; " 0" " " " " " /
 " " " "422" 0' "]52_0' "3; 7: /3; : 2" 0' /
 " " " " " " " " /
 " "]54."53."328_0' " " " " /
 "*" "+" " " " " " /
 " 0' " " " " " " ." /
 0 0' " " 0 0' " " " " ." /
 " " " " " " " " /
 " "97' ." " "6"; 4' ." " "6"97' ." " /
 ; ; "

." " " "6"64' ." " ." /
 " " "6"62' ." " " " "6"
 86' " " " ." " " " 0' "
 " " " " " " " " /
 " " " " 0' ." " " " " /
 "7.3' ." " " " "6"9.: ' ." " "6"
 :.57' "]58_0'
 " " " ." " " " " " /
 " " " 0' " " " " " /
 " " " ." " " " " " /
 " " * "+" " " "
 0' " " ." " " " " " /
 " " " ." " " " " " " "
 " 0' ." " " " " " " /
 " " " " " ." " " 0' " /
 " " " " " " " " " " /
 " " " " " " " " "92' " 0' "
 " " " " " " " " " " /
 0' " " " " " " " " "
 " " " " " " " " " " /
 " " " " " " " " " " 0'
 " " " " " " " " " " "
 " " " 0' " " " " " "
 " " " " " " " " " " "
 72/322' " " 0' " ." " " " "
 " " " " " "3/9' "*" " " " " /
 "+" " " " " " " " " " /
 " " 0' " " " " " " " "
 " " " " " " " " " " "
 " " " " " " " " " " /
 " " " " " " " " " " " "

; 2"

"

" " " " " " " /
 " " " " " " " /
 " " "Pqwxqm" " " " "
 0' " " " " " "
 " " " " " 0' " /
 " ." " ." " " " "
 " " " " " " " /
 ." ." " " " " "
]: 9_0'
 " " " " " " /
 " " " " " " " "
 " " " " " " " /
 " " " ." " " " /
 0' " " " " " " "
 " " " " " " " /
 " " " " " " " /
 " " "]58_0' " " " /
 " " " " ." " " /
 0' " " " " " " "
 " " " " " ." " " /
 " " " 0' " " " " /
 " " " " " ." " "*" /
 "+" ." ." ." ." /
 ." 0' ." " / "
 " " " " " " " "
 " " " : 7" ." " " /
 " " " " " "52" 1 " /
 " " " " " "4.3/7.3" 1 0' /
 " " " " ." " " " /
 " " "6.: " 1 ." " " " : 7"6"7.3" 1 "

; 6"

"

* " " " " 6" 43.4" 1 " "
 3;.6" 1 +0' " " " " " "
 " " "P₅₂" " " "
 " " "82" 1 " " " /
 . " " " "6" " "]339_0'
 " " " " " " /
 " " " " " " "
 " " " " " " "
 " " " " 0' " " " /
 " * " *"Dcewmu" o gi cvgtkw .* " " "
 " " " " " " " "
 " " " + " "ë" " ì " "
 * " " " " " " " + " " "
 "*" " " < " " " /
 " " " " " " " " "
 " 0 00' " " " " " " " "
 " " " " " " " 0' " " "
 " " " " " " " " " " /
 " / " " " " " " " " "
 < " " " " " /4223"]58_0'
 " " " " " " " "
 " " " " " " " " " /
 " " " " " " " " " 0' " "62/ " "
 " " " " " " " " " " " "
 " " " " " " " " " " " 0'
 "72/ " " " " " " " " " " /
 " " " " " " " 0' " " /
 " " " " " " " " " " /
 " " " " " *"Glt gpk "Hcevf c" Cpf t gk"* /
 " " " " " " " "]329_0"
 " " " " " " " " " " "
 " " " " " " " " " " " "

" * "+" ó" " " "
 0' " " " " " " /
 " " ." " " " " 0' " " "
 " "46/86' " " " ."34/
 4;' " ."2.: /5' " " ."2.7/7' " ."2.5/
 4.7' " ." " " " ." " " "]329_0' /
 "6" " " ." " " " ." " " ."
 " " 0' " ." " " " /
 " " " " " " ." ." " /
 " " " " " " " " " "
 " " " " " " "42" 1 " " ."5"
 1 " " " "5" 1 " "]349_0' /
 " " " ";" 1 " " " 0 0' /
 ." 0 0' " " 0 0' " " " "
 " " " " " " " "
 " " "7.4" 1 ." " "5: :.' " "
 " " " " " " "]99_0'
 " " " 0 0' ." " " "
 " " " ." " " " "
 " " " "5" "7" 1 " " /
 " " " "6.: 4" 1 "]3: _0"
 " " " " " " " " "
 " " " " * " " " " " "
 "+" " " " " " " /
 "]59_0' " 0 0' " " " "
 " 0' " " " " " " "
 " " "7" "9" 1 " " " " /
 " " "87.9" 1 ." " " " " "
 " " " " " " " " "
 " " "]3: _0"
 ." " " " " " "
 " " " " " " " /
 " " 0'
 ;9"

Получение высоких устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур невозможно без защиты растений. Недавно десятый принцип программирования урожайности по И.С. Шатилову гласит: обеспечить выращивание здоровых растений, исключить отрицательное влияние вредителей и болезней на рост, развитие и урожайность сельскохозяйственных культур [137].

При техногенной интенсификации растениеводства основным способом защиты растений стала химическая борьба с вредными организмами. Однако уже в 50-е годы XX века появился термин «интегрированная борьба (защита)». Первоначально интегрированная защита рассматривалась как комбинированное использование биологического и химического методов уничтожения вредных организмов. Но постепенно в термин «интегрированная защита» стали вкладывать более глубокий и широкий смысл, связанный с общей экологической основой проведения мероприятий по борьбе с вредными организмами. Эти мероприятия были направлены не столько на истребление вредных видов, сколько на управление экосистемами [124].

Однако, по мнению А.А. Жученко [39], попытки вписать интегрированную защиту растений в преимущественно химико-техногенную систему земледелия вступают в явные противоречия с последней. При этом потенциал интегрированной системы защиты растений остается нереализованным. Переход к стратегии адаптивной интенсификации растениеводства существенно изменяет ситуацию, открывая возможности интегрированной системе защиты растений охватывать все уровни управления адаптивными реакциями биологических компонентов агроэкосистемы.

" " " " 0' " /
 " " " " " " " /
 " " " " " " " /
 " 0' " " " " " /
 "*" " " " 0 0±" " " "
 " " " " " " " "
 " " " " " " " "
 0' " " " " " " /
 " " " " " " " /
 0' " " " " " " /
 " " " " " " " 0' "
 " " " " " " " /
 " " " " " " " /
 " "52/62' " " " " "ë "- " /
 î " " " " " " " /
 " " " "3.7/4" " " " " /
 " 0' " " " " " "
 " " " " " " " "
 " / " " " " " "
 /ë î 0' " / " " " "
 " " " " " " "]32." ; ; _0' "
 " " " " " " " " "
 " " " " " " " " /
 " " " " " " " " /
 " " " " " " " " 0' "
 " " " " " " / " " " /
 " " " " " " " " " " "
 " " " " " " " " " " "
 " " " " " " " " " " /
 " " " " " " " " " " /
 " " " " " " 0' " " " "

" " " " " /
 0' " " " " /
 / " " " " /
 " " " " " "
 " " " " 0' / ." "
 " " " " " / "
]58_0' / " " " " "
 " " " " " 0' "
 " " " " " " "
 " " " " 0' "
 / " " " " "
 " " " " " " " /
 " / " " 0' ." /
 " " " " " " "
 " " " " " " "
Нмстkw "qtqdcpej gu"]58_0' " " " " /
 " " " " " " /
 " " " " " 0' "
 " " " " " " "
 " " " " " " "
 < " " " " " /
 " " " " " " "
 " " " " 0' "
 " " " " " " /
 " " " " " " "
 " 0' ." " " " " /
 47 " " " " " " " "
 " " " " " " " "
 " " " " " 0' "
 " " " " " " /
 " " " " " " "]9_0"

" " " " " /
 " " ." /3" " " " " /
 " " " " " " "
 " " " "] : 8_0' " " "
 " " " " " " " "
 ." " " " " " " /
 " " "]76_0' " " "
 " " " " " " "
 " " ." " " " " /
 " " " 0 0' " " 0 0' "]96_." /
 " " " " " " "6" " "
 0 0' "]9: _0' 0 0' " " " "
 " " " " " " " /
 " " " 0' " / " " " "
 " " " " " " " " "
 " " " " " " " ." /
 " " " ." " " " "
 " " "]87_0' " " 0 0' " " /
 " " " " " " " "
 " " " "42' ." " " "
 " " "6" '32']45_0'
 " "
 " "
 30' " " " " " " "
 " A' " " " A' "
 40' " " " " " " "
 50' " " " ." ." ." /
 0' " " " " " 0' "
 60' " " " " " " 0' "
 70' " " " " " " 0' "
 80' " " " " " " " " /
 " " A' " " " 0' "
 90' " " " " " " " "
 :0' " " " /." /" " " "
 " A' " " " " 0' "
 ;0' " " " " " 0' "

"	0'	"	"	"6"	"
	0'	"	"	"32'	" /
"	"	"	"	0'	"
50'	"	"	"	"	" /
"	"	"	"	"	" /
"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	0'
"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	0'	"
"	"	"	"6"	"	"
"	"	"	"6"	"	" /
0'	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	0' "
"	"	"	"	"	"
"	"	0"	"	"	"
60'	"	"	"	"	" /
"	"	"	"	"	" "
"	"	0'	"	"	"
"	"	" 00'	"	"	" /
"	0'	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"
0'	"	"	"	"	"
"	"	"	"	0'	"
"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	" /
"	"	"	"	"	" /
"	0'	"	"	"	"
70'	"	"	"	"	" /
"	"	"	"	"	" "

" " " " " 0' ." "
 " 0 0' ." " " " "
 "47' "*" "6" "39' +]46_0' " /
 " " " "*" " "+" " "
 0 0' ." " " " " " "
 " " "3" " " " " " /
 "3" " " "4" " "*" " " " "72' +0'
 " " " " " " "3<2.3<2.7"* /
 " "53' +]: 6_0'
 " " " " " " " /
 " " " " " " " 0' " "
 " " " " " " " " " /
 " ." " " " " " " " " /
 ." "4_1" " " 0' " "3_1" " /
 " " ." " " " "]" : 2_0' " /
 " 0 0' " " 0 0' "*" 0' " " /
 " 0 0' " " " " " " /
 " " " " " " " " "
 " " " " " " " "72<72." "
 " " " " " " "6"87/92<52/57=" "
 " "6'82/: 2<42/620'
 " " " " " " " " " /
 " ." " " ." " " " " " 0'
 ." " " 0 0' ." " " " " /
 " " "3Å' " " " " " : 2' ."
 " " " "3/5Å6"92' ." " " " /
 "5/7Å6"82' ." " " " "7/: Å6"
 72' " " " "42' " " " " " " "
 " "42Å' " " " " " / "
 "]356_0'
 40' " " " " " "
 " " " " " " " " "

Устойчивость агроландшафта – это способность сохранять структуру и свойства, выполняя определенные функции в условиях антропогенных воздействий. С появлением в ландшафтах технических элементов возникает проблема надежности ландшафтно-технических систем.

Устойчивость является слагаемым надежности – особого свойства ландшафтно-технических систем, характеризующего способность обеспечивать нормальное их функционирование в течение прогнозного периода при сохранении проектных параметров в заданных пределах. К ее изучению применимы понятия и методы теории надежности, анализирующей возникновение отказов в технических системах.

Надежность измеряется величиной воздействия, способного вызвать отказ – частичную или полную потерю прежних структурно-функциональных качеств вследствие временных отрицательных воздействий (эрозия, оползни, вторичное засоление, заболачивание и т.д.).

Одним из важнейших в теории надежности является понятие резервирования. Оно обеспечивает безотказную работу системы и способность ликвидировать отказы до такой степени, что они не влияют на ее общее состояние и режим функционирования. Надежность системы повышает введение избыточности как дополнительного ресурса или возможностей, минимально необходимых для выполнения заданных функций. Это проявляется в избыточности структурных элементов и функций, в перераспределении функций. С отказом одного или нескольких элементов их функции могут выполняться оставшимися, но работающими с большей интенсивностью.

На этих принципах должны строиться оросительные, осушительные, противоэрозионные, противодефляционные и другие агросистемы.

При формировании хозяйств и отдельных производственно-хозяйственных структур следует максимально учитывать целостность природно-территориальных комплексов разного ранга – от фаций и ландшафтных полос на уровне мелких землевладений и производственных подразделений до местностей и урочищ на уровне крупных хозяйственных единиц. При этом критерием оптимизации продуктивности, помимо прибыли, должна быть экологическая устойчивость агросистем.

Главным инструментом формирования агроландшафта является - " " (растениеводства), под которой понимают систему использования земли определенной агроэкологической группы, ориентированной на производство продукции экономически и экологически обусловленного количества и качества в соответствии с общественными (рыночными) потребностями, природными и производственными ресурсами, обеспечивающими устойчивость агроландшафта и воспроизводство почвенного плодородия.

Ключевые слова в этом определении – / " . Синонимом этого термина является категория агроландшафта. Выделение агроэкологических групп земель осуществляется по ведущим агроэкологическим факторам (влагообеспеченность, эрозионная опасность, переувлажнение и т.д.).

В.И. Кирюшин называет шесть агроэкологических групп земель [50]:

I группа. Плакорные земли. Это равнинные дренированные территории равнины с автоморфными зональными почвами. При формировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия их используют в качестве базовой категории,

наиболее отвечающих зонально-провинциальным условиям. На таких землях начиналось сельскохозяйственное освоение территорий, на них сложились традиционные системы земледелия с соответствующим набором культур и агротехникой (зональные технологии).

II группа. Эрозионные земли различной сложности (слабо-, средне-, сильно-, очень сильноэрозионные). Данная группа земель имеет значительный удельный вес в составе сельскохозяйственных угодий. Такие земли характеризуются, прежде всего, значительным перераспределением влаги вследствие поверхностного стока со склонов. В результате потери влаги проявляются почвенные засухи.

С усилением стока развивается водная эрозия почвы, которая наносит большой ущерб земледелию. С увеличением расчлененности территории (густоты и глубины расчленения) усложняется ее дифференциация, а отсюда – и разнообразие экологических условий, требующих различного подхода к выделению и использованию земельных угодий.

III группа. Переувлажненные земли. Эта обширная группа разнообразных земель имеет одну общую экологическую характеристику – избыточное увлажнение, что затрудняет или исключает рост и развитие сельскохозяйственных культур и определяет необходимость применения осушения при возделывании растений.

В агрономическом и мелиоративном смысле почва не является заболоченной, если эколого-гидрологические условия благоприятны для ведения сельскохозяйственного производства без осушения независимо от того, обладает или не обладает ее профиль морфологическими признаками гидроморфизма (переувлажнения). При этом четкие признаки гидроморфизма почв не всегда означают неблагоприятность

эколого-гидрологических условий для роста и развития культур.

Переувлажненные земли разделяются в зависимости от гидрологического режима, степени экологического переувлажнения и, соответственно, характера их использования. В данной группе земель выделяют слабо-, средне- и сильнопереувлажненные земли, а также пойменные почвы.

IV группа. Литогенные земли. Специфика земель этой агроэкологической группы связана с неблагоприятными свойствами почв, сформированных на древних почвообразующих породах или их дериватах (продуктах размыва и переотложения).

V группа. Солонцовые земли. К данной группе следует относить почвенные комплексы с участием солонцов более 10%. Они требуют определенных мелиоративных мероприятий и различных систем их использования. Выделяют мало- и среднесолонцово-автоморфные, солонцово-гидроморфные, сильносолонцовые, солонцово-солончаковые земли.

VI группа. Земли овражно-балочного комплекса. Они характеризуются чрезвычайно сильной расчлененностью рельефа и глубокой деградацией почвенного покрова. Располагаются они на границах крупных эрозионных форм (лощин, балок и т.д.). В зависимости от сложности геоморфологических условий выделяют лощинные, лощинно-балочные, овражно-балочные, овражные земли.

Кроме этого можно выделять и другие группы земель (засоленные, мерзлотные и т.д.).

В Пермском крае V группа земель отсутствует, IV группа может встречаться только в горных и предгорных районах, где сельскохозяйственное производство практически отсутствует. Земли VI группы непригодны для возделывания по-

левых культур. Поэтому адаптивно-ландшафтные системы земледелия должны разрабатываться для трех агроэкологических групп земель.

Однако следует учитывать, что каждая агроэкологическая группа земель располагается в определенных зонах и сельскохозяйственных провинциях. Так, по природно-сельскохозяйственному районированию России [50] в Пермском крае выделяются Европейская провинция среднетаежной зоны, Среднерусская провинция южно-таежной зоны и Предуральская провинция лесостепной зоны. Среднерусская провинция южно-таежной зоны включает четыре природно-сельскохозяйственных района: Коми-Пермяцкий северозападный, Западный, Центральный (Предуральский) и Южный (Предуральский). Таким образом, всего природно-сельскохозяйственных районов на территории Пермского края шесть. В каждом из них имеется хотя бы три агроэкологические группы земель. Следовательно, по краю необходимо разрабатывать рекомендации по 18 адаптивно-ландшафтным системам земледелия.

Несколько иное агроэкологическое районирование Пермского края для разработки систем земледелия предлагает А.И. Косолапова [56]. Она выделяет девять агроэкологических разделов (ландшафтно-сельскохозяйственных провинций). В VI-IX разделах нет развитого сельскохозяйственного производства (это самый север Гайнского и Чердынского районов и горные территории примерно восточнее линии Ныроб – Александровск – Чусовой). Остаются пять интересующих нас разделов:

- 1) Вятско-Камский средней тайги (Гайнский, Косинский, Кочевский, Чердынский, Соликамский районы и г. Березники);

2) Вятско-Камский южной тайги (самый обширный по территории агроэкологический раздел. На севере в него входят Юрлинский, Юсьвенский и Усольский районы, на юге – Большесосновский и Оханский, на востоке – Чусовской и Добрянский районы, на западе его граница совпадает с западной границей края);

3) Вятско-Камский подтаежный (самый маленький раздел, в который полностью входит Частинский район и южная часть Оханского и Большесосновского районов);

4) Уфимско-Сылвенский южной тайги (тоже небольшой по территории раздел, в который входит северная часть Осинского района, Пермский район, г. Пермь, Лысьвенский и Березовский районы);

5) Уфимско-Сылвенский подтаежный (на севере этого раздела находятся Осинский, Кунгурский и Кишертский районы, а далее входят все южные районы края).

Таким образом, с учетом агроэкологическое районирования территории Пермского края, предложенного А.И. Косолаповой, и выделяемых В.И. Кирюшиным трех, основных для нас, агроэкологических групп земель, для Пермского края необходимо разрабатывать более 15 моделей адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

В пределах землепользования достаточно крупных хозяйств может встречаться несколько агроэкологических групп земель, для которых должны разрабатываться соответствующие адаптивно-ландшафтные системы земледелия. Тогда их совокупность в пределах сельскохозяйственного предприятия может называться хозяйственным агрокомплексом.

Большое количество адаптивно-ландшафтных систем земледелия вызвало необходимость разработки их классификации. Систематизация, предложенная академиком РАСХН

В.И. Кирюшиным [51], учитывает следующие определяющие факторы:

1. Природные условия – принадлежность к определенной сельскохозяйственной провинции или разделу, агроэкологическая группа земель, тип почв, их гранулометрический состав;

2. Основные направления растениеводства – зерновая, кормовая, технических культур, лугопастбищная и т.п. системы;

3. Форма и уровень интенсификации – экстенсивная, нормальная, интенсивная и высокоинтенсивная (точная) системы.

Экстенсивное земледелие рассчитано на использование естественного плодородия почв без удобрений и мелиораций. Такое земледелие в настоящее время в России преобладает, нанося экономический и экологический ущерб, особенно на маргинальных (эрозионных и др.) землях.

Термином **«нормальные»** обозначены системы земледелия среднего уровня интенсивности. В современном понимании это означает обеспеченность минеральными удобрениями на уровне устранения наиболее острого дефицита питательных веществ, освоения почвозащитных и первоочередных мелиоративных мероприятий и достижения качества продукции не ниже среднего.

Интенсивные системы земледелия означают переход к качественно новым сортам растений с программированным применением удобрений и регулированием продукционного процесса различными биологическими и химическими средствами.

Высокоинтенсивные (точные) системы предполагают наиболее полное использование достижений научно-

технического прогресса, создание сортов растений с заданными параметрами продуктивности и качества, современные средства реализации их генетического потенциала, оптимальную организацию территории на основе идентификации ландшафтно-экологических связей с помощью новейших методов математического моделирования и информатизации.

4. Форма использования земли и воспроизводства плодородия почвы – паровая, плодосменная, пропашная, противоэрозионная, мелиоративная, контурно-мелиоративная, противодефляционная, гребнегрядовая.

5. Ограничения химизации – для водоохраных, рекреационных, заповедных зон и т.д. Под этот фактор подходят также биодинамическая, органическая и другие системы.

В качестве примера названия адаптивно-ландшафтной системы земледелия по этим факторам В.И. Кирюшин приводит название «Западно-Сибирская лесостепная зерно-кормовая противоэрозионная интенсивная система земледелия на холмисто-увалистых возвышенных лессовидных равнинах с выщелоченными черноземами».

По аналогии для нашего края может быть сформирована, например, следующая адаптивно-ландшафтная система земледелия «Вятско-Камская южно-таежная зерно-кормовая противоэрозионная интенсивная система земледелия для всхолмленной эрозионной равнины на покровных лессовидных суглинках и глинах (последнее – тип агроландшафта или агроэкологическая группа земель) с дерново-подзолистыми почвами».

Адаптивно-ландшафтные системы земледелия реализуются пакетами агротехнологий для различных агроэкологических групп земель при разных уровнях производственно-ресурсного потенциала (экстенсивные, нормальные, интен-

сивные, высокие). Чем выше уровень интенсификации агротехнологий, тем больше учитывается агротехнологических параметров и детальнее землеоценочная основа.

В связи с разнообразием условий набор вариантов технологий может быть весьма велик, что требует их систематизации. Для этой цели следует определить базовые технологии и технологические модули.

Базовая технология – это совокупность взаимосвязанных технологических операций по возделыванию сельскохозяйственной культуры (с заданными количественными, качественными характеристиками и технико-экономическими показателями), выполняемых в наиболее типичных условиях данной агроэкологической группы земель.

Базовая технология состоит из звеньев (севооборот, система обработки почвы и посева, система удобрения, защита растений, уборка урожая, послеуборочная подработка зерна, хранение и т.п.), звенья включают блоки. Блоки могут состоять из одной или нескольких технологических операций. В зависимости от тех или иных агротехнических факторов одни и те же блоки могут иметь различные варианты исполнения, которые называются технологическими модулями.

Для формирования технологической и технической политики регулирования рынка машин формируются региональные, а затем и федеральные регистры технологий производства сельскохозяйственной продукции, которые представляют собой свод типизированных базовых технологий и технологических модулей, зарегистрированных в определенном порядке на федеральном или региональном уровне на основе их производственной проверки и сертификационной оценки.

Под руководством академиков РАСХН Н.В. Краснощекова и В.И. Кирюшина творческими коллективами научных

учреждений Россельхозакадемии и Министерства сельского хозяйства Российской Федерации разработан и в 1999 г. издан Федеральный регистр производства продукции растениеводства. Для некоторых регионов разработаны и региональные регистры.

Сущность новой технологической политики, вытекающей из адаптивного растениеводства, заключается в том, чтобы содействовать товаропроизводителю в принятии самостоятельного хозяйственного решения на основе предоставляемых ему пакетов технологий и набора технических средств, которые ориентированы на использование новейших достижений научно-технического прогресса.

В отличие от традиционной ориентации агропромышленного производства на унифицированные технологические схемы и стандартные наборы машин государственная политика в новых условиях должна основываться на следующих принципах:

1) экологизация технологий возделывания сельскохозяйственных культур, дифференциация их в соответствии с конкретными категориями агроландшафтов в системах адаптивно-ландшафтного земледелия;

2) адаптация технологий применительно к различным уровням интенсификации агропромышленного производства и производственно-ресурсному потенциалу товаропроизводителя;

3) адаптация технологий применительно к многоукладности хозяйствования, различным формам организации труда (индивидуальным, семейным, коллективным);

4) альтернативность, возможность выбора вариантов из пакетов технологий, построенных по принципу последовательного преодоления природных факторов, лимитирующих возделывание сельскохозяйственных культур.

Таким образом, решение проблемы экологизации земледелия заключается в интеграции различных подходов, дополняющих друг друга, и компромиссов. Главная особенность перехода к адаптивному растениеводству состоит в том, что в нем аспекты охраны природы, ресурсо-, энерго-экономичности и устойчивого роста урожайности взаимосвязаны на всех уровнях организации производства (от стратегии интенсификации до системы землеустройства и технологии возделывания каждой культуры). Экологическая устойчивость агроэкосистем является главным показателем их эффективного функционирования. Системы обработки почвы, внесения удобрений, применения пестицидов и орошения должны не подавлять и тем более не уничтожать биологические компоненты агроэкосистем, а более активно вовлекать их в процесс повышения продуктивности и экологической устойчивости агроценозов. Особое внимание при этом уделяется сохранению и повышению плодородия почвы – важнейшему энергоресурсу Земли, созданному в процессе длительной эволюции.

Экологизация растениеводства требует пересмотра многих элементов систем земледелия. При этом экологизация не означает отказ от применения средств химизации, более того, В.И. Кирюшин отмечает, что химизация земледелия является необходимым условием его экологизации.

Фитосанитарную ситуацию осложняют как крайности экстенсивного хозяйствования, так и бездумной химизации. Выход следует искать в компромиссном варианте – интегрированной защите растений. Собственно защитным приемам в этой системе отводится вспомогательное значение в зависимости от того, насколько удастся оптимизировать фитосанитарную обстановку другими технологическими и организационными средствами.

Среди защитных приемов подразумевается и применение пестицидов. На их применение существуют две крайние точки зрения: полное отрицание пестицидов и признание необходимости их применения. Следует признать, что полное отрицание пестицидов пока преждевременно. Однако менее опасное и эффективное их применение тесно связано с научно-техническими и организационно-технологическими предпосылками, а также с квалификацией кадров.

Таким образом, современное адаптивное землеустройство должно стать одним из важнейших средств регулирования отношений общества и природы, призванным уменьшить экологические противоречия агропромышленного производства.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается суть экологизации растениеводства? Охарактеризуйте аспекты экологизации растениеводства.
2. Назовите основные различия функционирования естественных и искусственных экосистем.
3. Что такое базовая технология?
4. Что такое устойчивость, надежность и резервирование надежности агроландшафтов?
5. Что такое адаптивно-ландшафтная система земледелия?
6. Назовите принципы выделения агроэкологических групп земель.
7. Перечислите агроэкологические группы земель по В.И. Кирюшину.

1.3.3. Энерго- и ресурсоэкономичность растениеводства

Экологизация и биологизация интенсификационных процессов в растениеводстве теснейшим образом связаны с ориентацией на замкнутость циклов потока веществ и энергии в агроэкосистемах, максимальную утилизацию солнечной энергии и других экологически безопасных и неограниченных ресурсов природной среды для формирования урожая

и повышения плодородия почвы при одновременной минимизации затрат невозполнимых ресурсов и энергии на каждую дополнительную единицу продукции.

Важную роль при оценке реальной ситуации и тенденций в указанных процессах играет агроэнергетика. Полагают, что при затратах невозполнимой энергии в размере 15-20 ГДж/га наступает деградация среды.

По мнению Г. Канта [46] максимальную экономию энергии могли бы обеспечить:

- 1) биологическое связывание азота вместо химико-технического;
- 2) минимизация технико-механической обработки почвы;
- 3) активное биологическое рыхление почвы;
- 4) сокращение затрат на пестициды и транспорт.

В биологических (органических) альтернативных системах земледелия отвергается применение минеральных удобрений, в том числе азотных, но широко используются органические удобрения. По мнению Г. Канта производственная цепочка "уборка соломы – хранение соломы – разбрасывание соломы – хранение навоза – внесение навоза на отдаленные поля" может потребовать таких же затрат энергии, как и при внесении минеральных азотных удобрений. То есть применение навоза как источника азота не дает экономии энергии.

Перечисленные Г. Кантом пути экономии энергии и, соответственно, ресурсов действенны и для растениеводства России. Однако российские ученые считают, что сэкономить энергию и ресурсы возможно и другими путями.

1. Биологическое связывание азота. Эффективность использования бобовых культур можно проиллюстрировать на примере опытов кафедры растениеводства ФГБОУ ВО

Пермский ГАТУ. Так в одном из опытов И.В. Осокина урожайность клевера (без азотных удобрений) составила 3,73 т/га сухого вещества (с.в.). Почти такую же урожайность (3,87 т/га с.в.) обеспечила тимофеевка при внесении азота 90 кг/га. Клеверо-timoфеечная смесь без азотных удобрений формировала 4,04 т/га с.в. Для получения этой урожайности затраты энергии на 1 га клевера составили 4,1, клеверо-timoфеечной смеси – 4,4, а тимофеевки – 11,4 ГДж, то есть в 2,8 раза выше, чем на клевере [83].

Однако в другом опыте при сравнении зернобобовой культуры (горох) и зерновой злаковой (ячмень) преимущество биологического азота проявилось слабо. При урожайности гороха 1,44 т/га, ячменя без азота – 1,26 т/га, ячменя при внесении N_{60} – 2,01 т/га, затраты энергии составили, соответственно, 13,0; 11,2 и 18,1 ГДж/га, энергоёмкость производства 1 т зерна – 9,0; 8,9 и 9,0 ГДж. И только по затратам на производство 1 кг белка отмечали явное преимущество гороха: горох – 38, ячмень без азота – 89, ячмень с N_{60} – 66 МДж [83].

Экономия энергии при использовании биологического азота необходимо рассчитывать не только по урожаю самой бобовой культуры, но и по продуктивности севооборота или хотя бы звена севооборота с бобовой культурой. И.В. Осокиным были проведены опыты с семипольными севооборотами, которые отличались двумя полями (остальные пять полей занимали одинаковые культуры). В севообороте А был клевер двухгодичного пользования, в севообороте Б – ежа сборная двухгодичного пользования, в севообороте В – горох и вика и в севообороте Г – подсолнечник и ячмень. Насыщенность севооборотов азотом (биологическим, техническим и органическим (навоза)) была одинаковой (150 кг/га). Продуктивность севооборотов по кормо-протеиновым еди-

ницам (КПЕ) получена также почти одинаковая (тыс. КПЕ/га): севооборот А – 3,24; севооборот Б – 3,22; севооборот В – 3,35 и севооборот Г – 3,05. Затраты энергии на 1 га севооборота (ГДж) составили: севооборот А – 18,8; севооборот Б – 23,8; севооборот В – 23,8; севооборот Г – 26,7 [83].

По затратам энергии на 1 га заметное преимущество отмечено у севооборота с многолетней бобовой травой – клевером. По этому показателю севооборот с однолетними бобовыми культурами превосходил севообороты без бобовых незначительно. Более заметное преимущество севооборота с однолетними бобовыми было по затратам энергии на 1 т сырого белка (ГДж): севооборот А – 34; севооборот Б – 42; севооборот В – 40 и севооборот Г – 47. Причиной меньшей экономии энергии при выращивании однолетних бобовых культур является их низкая азотфиксирующая активность.

2. Минимизация технико-механической обработки почвы. Под минимизацией обработки понимают замену глубоких обработок, особенно вспашки с оборотом пласта, на мелкие обработки или сокращение числа обработок вплоть до нулевой. Минимизация почти всегда ведет к снижению энергозатрат на 1 га. Однако при сильной засоренности возделываемой культуры снижения затрат может и не произойти, так как потребуются затраты на применение гербицидов. Следует учитывать, что минимизация далеко не всегда ведет к снижению затрат на единицу продукции вследствие снижения урожайности. Поэтому подходить к минимизации технико-механической обработки почвы необходимо разумно.

В Среднем Предуралье на дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой срднеокультуренной почве сокращение интенсивности механического воздействия и снижение глубины основной обработки почвы увеличивает общую засо-

ренность посевов зерновых культур в фазе кущения, превышая ЭПВ в 1,2-1,5 раза [128]. Однако при возделывании вико-ячменной смеси на кормовое зерно и семена предпосевную обработку почвы можно проводить при наступлении физической спелости на глубине 5-6 см без предварительного ранневесеннего боронования зяби культиватором с боронованием в два следа на глубину 5-6 см [119].

3. Активное биологическое рыхление почвы. Биологическое рыхление осуществляется живыми компонентами почвы: корневой системой растений, дождевыми червями, почвообитающими грабами, бактериями, различными животными. Наиболее значимыми для биологической обработки почвы являются корни растений и дождевые черви. Корни растений, прежде всего, способствуют оструктуриванию почвы и в какой-то мере рыхлению, дождевые черви способствуют в какой-то мере оструктуриванию, перемешиванию почвы и очень сильно рыхлению.

Для рыхления и оструктуривания пахотного слоя пригодны виды растений с тонкими разветвленными мочковатыми корнями (фацелия, клевер ползучий и гибридный, злаковые травы). Для проникновения в подпахотный горизонт и его рыхления пригодны растения со стержневыми корнями, образующие сравнительно небольшую массу корней в пахотном слое (люцерна, люпин, клевер луговой). На дерново-подзолистой почве Кировской области под бобово-злаковыми смесями формируется структура почвы с оптимальным макроагрегатным составом. Это проявляется в наибольшем содержании (61,87 - 62,07%) агрономически ценных агрегатов (0,25 - 7 мм). Также при трехлетнем возделывании многолетних трав увеличивается количество водопрочных агрегатов с 37% до 50% [135].

Биологическая обработка почвы является предпосылкой минимизации технико-механической обработки, что, в конечном счете, ведет к снижению затрат энергии и ресурсов.

4. Сокращение затрат на пестициды и транспортировку. На синтез пестицидов затрачивается большое количество невозполнимой энергии, и эти затраты переносятся на защищаемую культуру с добавлением затрат на внесение и транспортировку пестицидов и воды (если пестицид вносится путем опрыскивания).

Кроме пестицидов существуют и другие способы борьбы с вредными организмами, поэтому сокращение их применения вполне возможно. Например, очень эффективным способом снижения затрат на пестициды является использование сортов и гибридов, устойчивых к болезням и вредителям. Кроме того, селекция может способствовать снижению затрат на транспортировку, хранение и переработку урожая, создавая соответствующие сорта (например, сорта, имеющие меньшую влажность при уборке).

5. Правильное применение минеральных удобрений. Минеральные удобрения всегда увеличивают затраты энергии и ресурсов на единицу площади. Однако правильное их применение снижает затраты на единицу урожая или единицу полезного вещества, например, белка. Это можно проиллюстрировать на примере опытов И.В. Осокина с применением самых затратных азотных удобрений.

Внесение азота под горох в дозе 30 кг/га увеличило по сравнению с неудобренным вариантом энергоемкость производства 1 т зерна на 0,9 ГДж, в то время как внесение азота под ячмень в дозе 60 кг/га также по сравнению с неудобренным вариантом увеличило энергоемкость лишь на 0,1 ГДж (табл. 4). При этом энергоемкость 1 тыс. КПЕ в первом слу-

чае увеличилась на 0,1 ГДж, а во втором случае уменьшилась на 4,1 ГДж [83].

Таблица 4

Энергетическая эффективность выращивания гороха и ячменя при удобрении минеральным азотом [83]

Показатели	Горох		Ячмень		
	без азота	N ₃₀	без азота	N ₆₀	N ₉₀
Урожайность зерна, т/га	1,44	1,66	1,26	2,01	2,14
Выход энергии в урожае, ГДж/га	45,5	57,3	39,0	68,8	71,3
Выход КПЕ, тыс./га	2,58	3,19	0,76	1,71	1,80
Затраты энергии, ГДж/га	13,0	16,1	11,2	18,1	20,8
Коэффициент энергетической эффективности	3,5	3,6	3,5	3,8	3,4
Энергоемкость производства:					
1 т зерна, ГДж	9,0	9,9	8,9	9,0	9,7
1 тыс. КПЕ, ГДж	5,0	5,1	14,7	10,6	11,6

Энергоэкономичность при использовании азотных удобрений на злаковых культурах можно также проиллюстрировать на примере ежи сборной (табл. 5).

Таблица 5

Энергетическая эффективность выращивания клевера лугового и ежи сборной при удобрении минеральным азотом [83]

Показатели	Клевер	Ежа	Ежа,	Ежа,	Ежа,	Ежа,
	без азота	без азота	N ₁₂₀	N ₂₄₀	N ₃₆₀	N ₄₈₀
Урожайность зерна, т/га с.в.	5,34	1,30	4,40	6,96	8,71	9,40
Выход КПЕ, тыс./га	5,72	0,85	3,78	6,84	9,48	10,99
Выход энергии в урожае, ГДж/га	98,1	23,5	79,7	126,0	157,0	170,0
Затраты энергии, ГДж/га	13,9	9,8	23,4	36,8	50,5	61,6
Коэффициент энергетической эффективности	7,0	2,4	3,4	3,4	3,1	2,8
Энергоемкость производства, ГДж:						
1 т с.в.	2,6	7,5	5,3	5,3	5,8	6,5
1 тыс. КПЕ	2,4	11,5	6,2	5,4	5,3	5,6

Внесение под ежу сборную азотных удобрений значительно повысило урожайность. При этом энергоемкость производства 1 т сухого вещества даже при максимальной дозе азота (480 кг/га) была ниже, чем при выращивании ежи без удобрений (6,5 и 7,5 ГДж/т с.в. соответственно). Наименьшая

энергоёмкость производства 1 т с.в. была отмечена при внесении доз азота 120 и 240 кг/га.

Энергоёмкость производства 1 тысячи КПЕ при внесении под ежу N_{120} сократилась по сравнению с неудобренным вариантом в 1,9 раза. Дальнейшее увеличение доз азотных удобрений вызывало еще большее снижение энергоёмкости производства (до 5,4-5,3 ГДж/тыс. КПЕ), и лишь при дозе азота 480 кг/га энергоёмкость производства 1 тыс. КПЕ начала увеличиваться.

Таким образом, внесение минеральных удобрений может быть оправдано с энергетической точки зрения повышением урожайности и улучшением качества продукции. Эффект применения удобрений можно оценить по их хозяйственной эффективности, то есть окупаемостью урожаем 1 кг удобрений. По данным кафедры агрохимии ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ окупаемость минеральных удобрений при возделывании зернофуражных культур после пласта и оборота пласта клевера лугового происходит при дозе 30 кг/га д.в. [62, 104].

6. Размещение сельскохозяйственных культур и сортов в строгом соответствии с их адаптивными особенностями (потенциальной продуктивностью и экологической устойчивостью). Этот путь является решающим условием высокой эффективности использования не только невозполнимых ресурсов, но и неисчерпаемых природных.

Например, культура (или сорт), устойчивый к кислотности, на кислой почве обеспечит приемлемую урожайность без проведения известкования, на которое затрачивается значительное количество энергии и ресурсов. Поскольку урожайность кислотоустойчивой культуры будет выше, чем неустойчивой, следовательно, будет выше и коэффициент использования солнечной энергии.

7. Совершенствование технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Экономии ресурсов и энергии могут способствовать разработка сортовой агротехники (дозы удобрений, нормы высева, сроки посева дифференцировано по сортам), использование регуляторов роста и развития растений, дифференцированное, в зависимости от почвенно-климатических макро- и микроособенностей и локальное внесение удобрений и пестицидов, прогрессивные способы полива (дождевание, капельный, аэрозольный), использование высокопроизводительной техники. Эти и другие приемы позволяют в несколько раз сократить потери и снизить затраты энергии на единицу сельскохозяйственной продукции.

8. Оптимизация структуры питания. Под оптимизацией структуры питания имеется виду увеличение доли прямого потребления высококачественных растительных продуктов при некотором сокращении потребления продуктов животного происхождения. Обусловлено это тем, что в конечных продуктах животноводства энергетический выход от потребления растительного корма животными составляет обычно 10-15%, то есть в 7-10 раз ниже, чем в продуктах растениеводства. Поэтому увеличение потребления, например, высокобелкового зерна бобовых вместо мяса означало бы снижение энергозатрат.

Применение этого пути ограничено, поскольку полностью заменить потребление продуктов животноводства невозможно. К тому же жвачные животные используют те продукты растениеводства, которые в пищу человека не годятся, а выращивание растений, дающих такую продукцию, в севооборотах необходимо по соображениям экологии и энерго-, ресурсосбережения.

Если рассматривать конкретное единичное хозяйство, то экономия ресурсов и энергии по этому направлению возможна путем увеличения производства продуктов растениеводства прямого потребления (зерно, семена масличных культур, сахарная свекла, картофель) наряду с кормами или взамен их. Последний путь широко используют крестьянские (фермерские) хозяйства растениеводческой направленности, которые почти не занимаются животноводством.

Таким образом, сокращение затрат невозполнимой энергии в процессе производства продукции служит важным фактором повышения устойчивости агроландшафтов к неблагоприятным факторам внешней среды, улучшения фитосанитарного состояния агрофитоценозов и предотвращения деградации природной среды в целом.

1.3.4. Наукоемкость

Стратегия адаптивной интенсификации растениеводства обладает более высоким потенциалом наукоемкости по сравнению преимущественно техногенной или исключительно биологической стратегией. В первом случае не находят широкого практического применения накопленные десятилетиями обширные знания в области ботаники, зоологии, микробиологии, биоценологии, синтетической теории эволюции и других фундаментальных наук, а во втором – достижения агрохимии, синтеза пестицидов, регуляторов роста и др. Между тем устойчивый рост продуктивности растениеводства, его ресурсо-, энергоэкономичность и природоохранность могут быть эффективно обеспечены лишь на основе системного подхода к использованию природных ресурсов, биологических средств, техногенных, социально-экономических и научно-технических факторов интенсификации производства.

По мнению академика А.А. Жученко повышение наукоемкости сельскохозяйственного производства является единственно возможным подходом к решению задачи по обеспечению устойчивого роста его продуктивности, ресурсо-, энергоэкономичности и природоохранности.

Аналогичного мнения придерживаются и зарубежные специалисты. Например, служба внедрения министерства сельского хозяйства США считает, что в основе sustainable agriculture должен быть системный подход к управлению сельскохозяйственным производством путем оптимизации эффективности внешних вложений, фундаментального понимания природы и более широкого использования научных знаний. Наука должна найти и рекомендовать оптимальный баланс между экологией и экономикой применительно к условиям района, и даже поля.

Наукоемкость заключается в широком использовании для интенсификации растениеводства знаний таких фундаментальных наук, как геоботаника, зоология, микробиология, генетика, биоценология, физиология, экология, эволюционное учение (теория эволюции), ландшафтоведение, геохимия ландшафтов, почвоведение, химия (достижения синтеза пестицидов, регуляторов роста и других веществ), климатология и конечно прикладных агрономических наук (растениеводство, земледелие, агрохимия, защита растений и других).

Достижения многих фундаментальных наук, например, биоценологии, ландшафтоведения, практической реализации не получали. Одна из причин этого – разобщенность специалистов фундаментальных и агрономических наук, говорящих на разных профессиональных языках. Будущее – за интеграцией этих достижений, то есть появление специалистов на стыке фундаментальных и прикладных агрономических наук.

Наукоемкость также означает совершенствование методов и технологии самих научных исследований, совершенствование технической базы науки.

Необходимость более активного внедрения науки в производственный процесс понимает и государство. В целях обеспечения стабильного роста производства сельхозпродукции Постановлением Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 года № 996 была утверждена Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2030 годы. Данная программа направлена на решение следующих задач:

- формирование условий для развития научной, научно-технической деятельности и получения результатов, необходимых для создания технологий, продукции, товаров и оказания услуг, обеспечивающих независимость и конкурентоспособность отечественного агропромышленного комплекса;

- привлечение инвестиций в АПК;

- создание и внедрение технологий производства семян высших категорий (оригинальных и элитных) сельскохозяйственных растений, племенной продукции (материала) по направлениям отечественного растениеводства и животноводства, имеющим в настоящее время высокую степень зависимости от семян или племенной продукции (материала) иностранного производства;

- создание и внедрение технологий производства высококачественных кормов, кормовых добавок для животных и лекарственных средств для ветеринарного применения;

- обеспечение функционирования и развития селекционно-генетических, селекционно-семеноводческих, селекционно-племенных и селекционно-питомниководческих центров;

- разработка современных средств диагностики патогенов сельскохозяйственных растений;

- создание и внедрение технологий производства пестицидов и агрохимикатов для применения в сельском хозяйстве;
- создание и внедрение современных технологий производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия;
- разработка, создание и производство современной высокопроизводительной сельскохозяйственной техники и оборудования;
- разработка современных методов контроля качества сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия и экспертизы генетического материала;
- совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса, ориентированной на быструю адаптацию к требованиям научно-технического прогресса.

Таким образом, для обеспечения стабильности сельского хозяйства необходимо внедрение в производственный процесс наукоемкой продукции.

Кроме этого, в настоящее время ведется активная работа по внедрению в сельскохозяйственное производство информационных технологий. Цифровизация сельского хозяйства необходима для повышения эффективности и устойчивости его функционирования. Мировая практика и опыт успешных отечественных сельскохозяйственных производителей показывают, что применение современных цифровых технологий позволяет сформировать оптимальные почвенно-агротехнические и организационно-территориальные условия, обеспечивающие в течение всего жизненного цикла сельхозпродукции значительное повышение урожайности и производительности труда, снижение материальных затрат на ГСМ, электроэнергию, средства защиты растений, оплату труда и другие виды расходов,

сохранение плодородия почв и защиту окружающей среды [129].

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации выделяет семь основных направлений цифровой трансформации сельского хозяйства и научно-технологического развития в области «Цифрового сельского хозяйства», что предполагает внедрение в субъектах Российской Федерации не менее шести проектов полного инновационного комплексного научно-технического цикла сквозных цифровых систем: «Цифровые технологии в управлении АПК», «Цифровое земледелие», «Умное поле», «Умный сад», «Умная теплица», «Умная ферма», основанных на современных конкурентоспособных отечественных технологиях, методах, алгоритмах.

Цифровая трансформация сельского хозяйства в России во многом основана на комплексном внедрении ряда цифровых технологий в рамках взаимосвязанных концепций точного земледелия, животноводства и умного сельского хозяйства. Принятие интегрированных решений в области устойчивого ресурсосберегающего растениеводства и животноводства будет возможно за счет массового применения и объединения данных различных типов сенсоров, IoT-технологий, автоматизированной и беспилотной техники, роботизированных производственных систем. Использование различных платформ, технологий обработки больших данных и машинного обучения позволит перейти к глубокой реорганизации бизнес-процессов в сельском хозяйстве.

Контрольные вопросы

1. Перечислите пути экономии ресурсов и энергии.
2. Дайте характеристику основным путям энерго- и ресурсосбережения.
3. В чем заключается сущность наукоемкости в сельском хозяйстве?

2. ОБОСНОВАНИЕ УРОВНЯ ПРОГРАММИРУЕМОЙ УРОЖАЙНОСТИ ПРИ АДАПТИВНОЙ ИНТЕНСИФИКАЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

2.1. Категории (уровни) урожайности в связи с группами лимитирующих факторов

" — это разработка комплекса взаимосвязанных мероприятий, своевременное и качественное выполнение которых обеспечивает получение рассчитанного уровня урожайности сельскохозяйственных культур заданного качества при одновременном повышении плодородия почвы и удовлетворении требований охраны окружающей среды. При этом ход формирования урожая предопределяется составленной заранее программой с учетом почвенно-климатических условий района и биологических особенностей культуры. В этом заключается принципиальное отличие программирования урожайности от прогнозирования и планирования. Прогноз урожайности может оправдаться, а может и не оправдаться. При программировании нельзя пассивно ждать, каким получится урожай. Здесь следует при необходимости активно содействовать всеми возможными приемами и средствами формированию заданной продуктивности посевов.

Академиком И.С. Шатиловым предложено десять принципов программирования урожайности сельскохозяйственных культур [137]. На основе первых пяти из них определяются уровни программируемой урожайности: по приходу фотосинтетически активной радиации (ФАР) и использованию ее посевами; по биоклиматическим показателям; по влагообеспеченности посевов; по фотосинтетическому потенциалу посевов; по потенциальным возможностям сорта, гибрида.

На основе остальных пяти принципов разрабатывается технологическая схема программируемого возделывания культур. Это разработка системы удобрения с учетом эффективного плодородия почвы и потребности растений в питательных веществах, обеспечивающих получение запрограммированного урожая высокого качества; агротехнических мероприятий для каждой культуры, направленных на получение заданного урожая; конкретных мер борьбы с болезнями и вредителями растений; а также всесторонний учет и правильное применение основных законов земледелия и растениеводства; использование информационных технологий для определения оптимального варианта агротехнических комплексов.

Таким образом, на формирование урожая любой культуры влияют многочисленные факторы: климат и погодные условия, солнечная радиация, продолжительность светового дня, плодородие почвы, период вегетации растений, углекислота воздуха, особенности сортов и гибридов, агротехника и другие.

Для внедрения программирования урожайности в практику сельскохозяйственного производства достаточно для начала знать влияние на урожай основных агрометеорологических, агрофизических и агротехнических факторов.

Программирование урожайности делится на два основных этапа: разработку научно-обоснованной программы получения расчетного урожая и практическую реализацию разработанной программы в производственных условиях.

При программировании урожайности любой сельскохозяйственной культуры обычно определяют четыре уровня урожайности:

- 1) потенциальная урожайность (ПУ) – по приходу фотосинтетически активной радиации;

2) климатически обеспеченная урожайность (КОУ) – по биоклиматическим показателям и условиям влагообеспеченности;

3) действительно возможная урожайность (ДВУ) – по плодородию почвы;

4) урожайность в производстве (УП) – уровень урожайности, получаемый в производстве.

Потенциальная урожайность (ПУ) – это теоретически возможная максимальная урожайность, которую можно получить в идеальных метеорологических условиях (достаточно воды, тепла, света). Она зависит от прихода ФАР и потенциальной продуктивности культуры или сорта.

Климатически обеспеченная урожайность (КОУ) – это максимальная урожайность, которая может быть получена при реальных среднесезонных климатических условиях.

Действительно возможная урожайность (ДВУ) – это урожайность, которая указывает на потенциальные возможности почвы, не ограничиваемые метеорологическими условиями. На основании обобщения результатов многолетних опытов Х.Г. Тооминг (1977) отмечает, что ДВУ составляет 60-80% от уровня потенциальной урожайности.

Урожайность в производстве (УП) значительно ниже потенциальной и климатически обеспеченной урожайности. Это объясняется тем, что ФАР и метеорологические условия не используются максимально для формирования урожая. Причины этого – неудовлетворительный прогноз погоды, недостатки в агротехнике и организации производства, наличие болезней, вредителей и сорняков в посевах сельскохозяйственных культур.

Основная задача программирования урожайности – приближение уровня урожайности, фактически получаемой в

производстве, к ДВУ и КОУ, а ДВУ и КОУ – к ПУ. Для этого необходимо провести мероприятия по улучшению взаимодействия "потребности растения – условия внешней среды", при этом следует учитывать и экономическую эффективность использованных мероприятий.

Эффективность программирования урожайности в производстве следует оценивать не по абсолютному значению полученной урожайности, а по разности между КОУ и УП. Эта разность является величиной урожайности, недополучаемой из-за неполного использования потенциальных возможностей повышения урожайности. Эффективность программирования урожайности будет тем выше, чем меньше разность между КОУ и УП, то есть меньше недобор урожая. Необходимо стремиться к тому, чтобы фактически получаемая в производстве урожайность соответствовала КОУ.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается отличие между программированием урожайности и планированием?
2. Перечислите этапы программирования урожая.
3. Назовите уровни урожайности при программировании.
4. Какова основная задача программирования урожайности?

2.2. Методы расчета категорий урожайности

Органическое вещество растений образуется в процессе фотосинтеза из простейших неорганических веществ: углекислого газа, воды, минеральных солей – азота, фосфора, калия и других. Причем в процессе фотосинтеза участвует не вся лучистая энергия солнца, поступающая на землю, а только ее активная часть, которая называется фотосинтетически активной радиацией (ФАР).

Фотосинтетически активная радиация – часть солнечной радиации с длиной волны 380-710 нм, в пределах которой со-

вершается процесс фотосинтеза. Количество ФАР, поступающей от солнца к поверхности почвы, в различных районах страны учитывают на специальных актинометрических станциях.

Наблюдения за солнечной радиацией в Пермском крае (г. Чермоз) велись с 1966 по 1982 гг. В результате этих наблюдений было установлено, что приток солнечной радиации по годам не одинаков, но колебания эти не так велики, как колебания других метеорологических факторов (осадков, температуры). Так, по наблюдениям актинометрической станции "Чермоз" самый низкий приход ФАР за период апрель – сентябрь был в 1968 г. (3,07 млрд. ккал/га), а самый высокий – в 1981 г. (3,76 млрд. ккал/га). Средний за 17 лет приход ФАР в теплые месяцы составил 3,4 млрд. ккал/га [46].

За период вегетации каждой культуры приход ФАР рассчитывают суммированием показателей за те месяцы, в течение которых растения растут и развиваются. Однако при этом следует учитывать, что растения в процессе фотосинтеза используют далеко не всю поступающую к ним ФАР. В обычной практике, при низком уровне плодородия почвы и агротехники, коэффициент полезного действия ФАР не превышает 0,5-1,0 %, при среднем – 2-3 %, при высоком – 5-6 %. Таким образом, разрыв между теоретически возможной и фактической урожайностью обычно объясняется низким уровнем плодородия почв и качеством семян, заниженными или завышенными нормами высева, засоренностью посевов, нарушениями агротехники, повреждениями растений болезнями и вредителями, потерями урожая при уборке, ограниченным потенциалом урожайности сорта и др. Следовательно, задача земледельца состоит в том, чтобы приемами земледелия и растениеводства обеспечить растению максимальное использование фотосинтетически активной радиации.

” по приходу ФАР определяется по формуле:

$$\text{---}, \quad (1)$$

где - ПУ – потенциальная урожайность абсолютно сухой биомассы, т/га;

- Q_{ϕ} – поступление ФАР в течение вегетации культуры, ккал/га (приложение 1);

- K_{ϕ} – коэффициент использования ФАР, %;

- q – калорийность единицы урожая органического вещества данной культуры, ккал/га (приложение 2);

- 10^5 – коэффициент для перевода в тонны.

Для пересчета урожайности абсолютно сухой биомассы к урожайности зерна или другой продукции при стандартной влажности пользуются формулой:

$$\text{---}, \quad (2)$$

где - $U_{\text{осн.}}$ – урожайность основной продукции при стандартной влажности, т/га;

- $V_{\text{ст.}}$ – стандартная или естественная влажность основной продукции, % (приложение 3);

- A – сумма частей в соотношении основной, побочной продукции и растительных остатков (приложение 2).

Для нормального роста и созревания каждого вида сельскохозяйственных культур требуется определенная сумма положительных температур. С переходом температуры через 5 ЖС весной у большинства растений отмечается начало, а осенью – прекращение вегетации, но активно она протекает при средней суточной температуре выше 10 ЖС . Суммы температур за этот период характеризуют термические ресурсы территории.

В южных районах страны тепло не является фактором, ограничивающим урожайность, но в районах Нечерноземной зоны недостаток тепла нередко приводит к снижению урожайности.

В географических широтах, где приход ФАР не лимитирует урожайность сельскохозяйственных культур, расчет потенциальной урожайности по коэффициенту использования ФАР представляет интерес как определение предела урожайности, которая может быть получена при самых благоприятных режимах тепла и влаги.

Высокую урожайность, рассчитанную по заданному коэффициенту использования ФАР, можно получить при оптимальном сочетании водного, пищевого и воздушного режимов. В связи с этим при программировании урожайности необходимо установить факторы, ограничивающие рост продуктивности посевов.

Из всех факторов жизни растений влага обычно в наибольшей степени влияет на величину урожайности, поскольку количество ее сильно колеблется по годам и периодам вегетации. Расчет урожайности по ресурсам влаги производится несколькими способами. Одним из них является расчет
 " (КОУ) по средней многолетней влагообеспеченности посевов:

$$\text{---} \quad \text{---} \quad \text{---}, \quad (3)$$

где - КОУ – климатически обеспеченная урожайность, т/га;

- $R_{\text{прод}}$ – количество влаги, поступающей к растениям за период вегетации, м³/га;

- K_v – коэффициент водопотребления данной культуры, м³/т (см. табл. 9);

При расчете климатически обеспеченной урожайности следует учитывать, что около 30% среднегодового количест-

ва осадков составляют непроизводительные расходы (потери) на сток, а также испарение с поверхности почвы весной до посева. Разница между среднегодовым количеством осадков и непроизводительными их потерями составляет количество продуктивной для растений влаги. Возможная урожайность абсолютно сухого вещества определяется делением количества продуктивной влаги на коэффициент водопотребления.

Если данные о непроизводительных потерях воды на сток и испарение отсутствуют – то величину КОУ определяют путем деления суммы запасов продуктивной влаги в метровом слое на начало вегетации и среднеегодового количества осадков за период вегетации на коэффициент водопотребления данной культуры:

$$\text{КОУ} = \frac{W + P}{K_v \cdot S \cdot V_c}, \quad (4)$$

где - КОУ – климатически обеспеченная урожайность, т/га;

- W – запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы в начале вегетации, м³/га;

- P – среднеегодовое количество осадков за период вегетации культуры, м³/га;

- K_v – коэффициент водопотребления культуры, м³/т;

- S – сумма составных частей соотношения основной и побочной продукции (приложение 2);

- V_c – влажность основной продукции по ГОСТу, % (приложение 3);

Поскольку солнечная радиация и тепло, влага и почвенные условия составляют единый комплекс, то климатически обеспеченную урожайность можно определить по гидротермическому потенциалу (ГТП) продуктивности:

$$\text{КОУ} = \frac{G}{K_v \cdot S \cdot V_c}, \quad (5)$$

где - ГТП – гидротермический потенциал продуктивности, баллы;

- а – прирост фитомассы на каждый балл ГТП, т/га (а = 2 т/га).

Гидротермический потенциал продуктивности можно рассчитать по формуле А.М. Рябчикова:

$$\text{---}, \quad (6)$$

где - ГТП – гидротермический потенциал продуктивности, баллы;

- W – количество продуктивной влаги за период вегетации (% от среднегодовой суммы осадков), мм;

- R – радиационный баланс за период вегетации (приравнивается к приходу ФАР за этот период), ккал/см² (приложение 1);

- T – продолжительность периода вегетации, декады;

- 36 – количество декад в году.

Для перевода на стандартную влажность и расчета урожая основной продукции используют формулу 2.

При определении климатически обеспеченной урожайности по условиям влагообеспеченности посевов на первом этапе можно пользоваться среднеголетними данными о запасах продуктивной влаги в метровом слое почвы и осадках вегетационного периода. В дальнейшем эти расчеты необходимо конкретизировать с учетом особенностей каждого поля и с учетом фактических расходов воды на создание единицы урожая (коэффициентов водопотребления).

В Пермском крае наиболее часто лимитируют урожайность сельскохозяйственных культур почвенные условия (наличие эрозии, гранулометрический состав, содержание гумуса и питательных веществ, кислотность, и прочие показатели). Существует несколько методических подходов для почвенно-экологической оценки и бонитировки почв [14, 22, 102,

103, 116, 125, 118].

” /

по плодородию почвы (ДВУ) рекомендуется рассчитывать по баллам бонитировки почв, предложенной В.А. Семеновым и Н.Л. Благовидовым [103], и цене балла по культуре, определенной преподавателями кафедры растениеводства ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ (И.В. Осокин, Ю.Н. Зубарев, В.М. Панкратова) путем обобщения данных опытов кафедры и сортоучастков Пермского края. При расчете ДВУ рекомендуется выбирать высокую цену балла, так как она отображает влияние климатических условий на плодородие почвы, то есть является комплексным показателем. В благоприятные по погодным условиям годы цена балла значительно выше, и она указывает на потенциальные возможности почвы, не ограничиваемые метеорологическими условиями. Расчет ДВУ производится по формуле:

$$\text{---}, \quad (7)$$

где - ДВУ – действительно возможная урожайность, т/га;

- Ц_б – цена балла, кг/га (приложение 4);
- Б – балл бонитета почвы (приложение 5);
- 1000 – коэффициент для перевода в т/га.

В шкале бонитировки В.А. Семенова отсутствует шкала оценки черноземов и серых лесных почв. В условиях Пермской области одновременно были проведены опыты на дерново-подзолистых почвах и оподзоленных черноземах, что позволило сделать вывод об отсутствии разницы в шкале бонитировки дерново-подзолистых почв и черноземов. Определение баллов для серых лесных почв также рекомендуется проводить по шкале бонитировки дерново-подзолистых почв.

При расчете ДВУ необходимо также учитывать, что цена балла для однолетних трав и силосных культур приводит-

ся в килограммах сухого вещества, а урожайность необходимо перевести на естественную влажность. По остальным культурам цена балла указана при стандартной или естественной влажности, соответственно ДВУ также рассчитывается при стандартной или естественной влажности.

При программировании уровня урожайности ориентируются на тот фактор, который лимитирует дальнейшее повышение уровня урожайности. Программируемая урожайность не должна быть ниже фактической максимальной урожайности культуры в производстве. Однако если урожайность в производстве ниже уровня ДВУ в два и более раза, программировать следует урожайность ниже действительно возможного уровня с учетом максимальной фактической урожайности, поскольку в этом случае сильными лимитирующими факторами фактической урожайности в производстве являются, по-видимому, экономические и организационные факторы, преодолеть которые за один-два года (при программировании необходимо ориентироваться именно на такой срок) полностью невозможно.

Урожайность, рассчитанная по ресурсам естественной влагообеспеченности (КОУ), – это тот максимум, на который можно рассчитывать в условиях неорошаемого земледелия. При получении в производстве урожайности на уровне ДВУ, необходимо повышать ее до КОУ.

Контрольные вопросы

1. Что образуется в процессе фотосинтеза?
2. В каких случаях можно получить высокую урожайность, рассчитанную по коэффициенту использования ФАР?
3. Назовите параметры, от которых зависит величина периода вегетации.
4. В чем заключается связь действительно возможной урожайности и плодородия почвы?

2.3. Климатические и почвенные ресурсы Пермского края и уровни урожайности основных полевых культур

Главным фактором, ограничивающим потенциальную урожайность культур и совершенно не поддающимся регулированию человеком, является приход ФАР. Для определения потенциальной урожайности по ФАР необходимо знать ее приход за вегетационный период. Это период от возобновления вегетации многолетних культур весной, до прекращения ее осенью. Началом вегетации весной в нашем крае округленно можно считать 21 апреля, а прекращение – 30 сентября. За этот период средний приход ФАР составляет 3,07 млрд ккал/га. Вторым показателем, определяющим зависимость потенциальной урожайности от солнечной радиации, – это коэффициент использования ФАР, или коэффициент полезного действия ФАР (КПД ФАР). Если земледелец не может регулировать приток ФАР, то он может регулировать КПД ФАР. Данный показатель изменяется в очень широких пределах (от 0,5 до 5 %, а теоретически может быть и выше) [48].

На данном уровне земледелия принято считать показателем высокой урожайности использование ФАР, поступающей за вегетационный период в агроклиматической зоне, на 2 %. При таком КПД ФАР в Пермском крае растения должны образовать на 1 га 15,4 т сухого вещества. В эту массу входят корни и послеуборочные остатки. У многолетних трав соотношение между урожаем и корнями с послеуборочными остатками 1:1. Таким образом, потенциальная урожайность их составляет 7,7 т/га сухого вещества или 9,2 т/га сена. У яровых зерновых культур отношение урожая к корням можно принять в среднем как 1,5:1. На урожай зерна и соломы приходится 9,2 т/га с.в. При среднем отношении зерна к соломе как 1:1,4 урожайность зерна составит 3,8 т/га с.в. или 4,45 т/га при влажности 14 %.

Такой способ расчета урожайности, когда за исходную величину берут приход ФАР за весь вегетационный период, больше подходит для многоукосных многолетних трав, которые возобновляют вегетацию в третьей декаде апреля и последний укос дают 10-15 сентября, то есть растут почти весь вегетационный период. Применяют такой расчет и для определения средней урожайности в севооборотах, так как в севооборотах за счет промежуточных культур можно продлить использование солнечной радиации осенью и весной. Для однолетних культур и многолетних одноукосных трав этот расчет является не совсем объективным. Посев однолетних культур проводят в мае, а их всходы появляются лишь во второй половине мая или даже в июне, уборку их проводят в августе или июле. Следовательно, они не могут использовать солнечную радиацию начала и конца вегетационного периода. Более объективно при расчете потенциальной урожайности за исходную величину брать приход ФАР только за период вегетации культуры. Но в этом случае критерием высокой урожайности вполне разумно считать КПД ФАР 3 %. В таблице 6 приводится потенциальная урожайность основных полевых культур Пермского края, рассчитанная по ФАР.

Таблица 6

**Потенциальная урожайность основных полевых культур
Пермского края [48]**

Культуры	Приход ФАР, млн. ккал/га	Возможная урожайность абсолютно сухой биомассы, т/га	Отношение основная продукция: побочная продукция: корни	Урожайность основной продукции, т/га	
				абсолютно сухое вещество	при стандартной влажности
1	2	3	4	5	6
Озимая рожь	2570	18,8	1 : 1,8 : 1,7	4,2	4,9
Пшеница	1930	14,5	1 : 1,4 : 1,6	3,6	4,2
Ячмень	1850	13,9	1 : 1,2 : 1,3	4,0	4,6
Овес	1850	11,9	1 : 1,4 : 1,6	3,5	4,1
Горох	1770	13,3	1 : 1,2 : 0,9	4,3	5,0
Картофель	1460	11,0	0,5 : 1,0 : 0,2	6,5	32,5
Кукуруза на з/м	1580	11,8	1 : 0,8	6,5	22,0
Клевер на сено	1800	13,5	1 : 1	6,8	8,0

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6
Вика + овес на з/м	1200	9,0	1 : 0,5	6,0	17,0
Многолетние злаковые травы (кострец, ежа) на сено	2880	21,6	1 : 1	10,8	12,8

Примечание: При расчете урожайности средняя калорийность биомассы принята 4000 ккал на 1 кг сухого вещества.

Уровень использования ФАР зависит от потенциальных возможностей сортов. Создание и подбор для каждой климатической зоны сортов с высоким потенциалом урожайности и высокой экологической устойчивостью является важным средством повышения КПД ФАР. Потенциальные возможности сортов в той или иной климатической зоне можно выявить, анализируя данные сортоиспытательных участков и научных учреждений зоны. На полях этих учреждений создан высокий уровень плодородия, достаточно высок и уровень агротехники. Поэтому в благоприятные по метеорологическим условиям годы сорта имеют возможность проявить свой потенциал. О потенциальных возможностях сорта необходимо судить именно не по среднемноголетней урожайности, а по урожайности в благоприятные годы. Анализ данных по урожайности некоторых культур с сортоучастков за последние несколько лет позволил определить потенциальную урожайность районированных в Пермском крае сортов важнейших полевых культур (табл. 7).

Таблица 7

**Потенциальная урожайность полевых культур
в Пермском крае, т/га**

Культуры	Сорта	Обычные условия	Благоприятные условия
1	2	3	4
Озимая рожь	Фаленская 4	2,91-4,87	6,68
	Вятка 2	2,88-4,03	5,52
Яровая пшеница	Иргина	2,76-3,36	3,98
	Горноуральская	2,88-3,96	4,88
	Красноуфимская 100	2,98-4,40	5,08
	Экада 70	2,80-4,40	5,12

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4
Ячмень	Гонар	3,48-4,75	5,48
	Сонет	3,98-4,80	5,29
	Родник Прикамья	3,36-4,90	5,60
Овес	Улов	3,20-4,90	6,22
	Дэнс	3,50-5,04	6,42
	Стайер	3,68-5,25	6,83
Картофель	Пушкинец	11,60-39,20	56,00
	Невский	13,80-29,70	39,10
	Луговской	11,10-27,20	35,20

(По данным госсортоучастков Пермского края)

При сравнении потенциальной урожайности сортов с урожайностью, рассчитанной по ФАР (табл. 6), можно сделать вывод, что в большинстве случаев потенциальные возможности культур даже в обычных условиях, то есть близких к средним многолетним, позволяют использовать ФАР на 3 %. А в благоприятные годы (теплые и влажные) КПД ФАР может быть значительно повышен. Особенно высокая потенциальная урожайность свойственна новым недавно районированным сортам. Таким образом, потенциальную урожайность в северных широтах в настоящее время правильнее оценивать по максимальной урожайности сортов, а не по ФАР.

К сожалению, потенциальные возможности сортов, соответствующие высокому КПД ФАР, проявляются не часто. Проявлению их препятствуют складывающиеся метеорологические условия, низкое плодородие почвы и несоблюдение рекомендуемой агротехники. Поэтому при программировании урожаев рассчитывают на получение не потенциальной, а действительно возможной урожайности с учетом конкретных условий.

Климатически обеспеченную урожайность определяет гидротермический потенциал зоны. По агроклиматическому районированию Пермский край разделен на пять районов. Основная часть посевных площадей расположена в IV и V

агроклиматических районах. По уровню увлажнения каждый из них делится на подрайоны "а" и "б".

Характеристика гидротермического потенциала этих районов приведена в таблице 8 по следующим метеостанциям: IVа – Коса, IVб – Чермоз и Пермь, Va – Кунгур, Большая Соснова, Vб – Ножовка. При расчете урожайности 1 балл ГТП принято приравнивать к урожайности 2 т/га с.в. ГТП и соответствующая ему урожайность основных полевых культур приведены в таблице 8.

Таблица 8

Урожайность полевых культур по агроклиматическим районам, соответствующая уровню ГТП [48]

Культуры	Продуктивная влага, мм	Радиационный баланс, ккал/см ²	Длина вегетации, декады	ГТП, баллы	Урожайность, т/га	
					с.в. основной и побочной продукции	основной продукции стандартной влажности
Коса						
Озимая рожь	368	28,9	15,4	5,45	10,90	4,50
Яровая пшеница	368	21,2	9,4	4,53	9,06	4,40
Картофель	368	21,4	9,7	4,63	9,26	30,80
Чермоз						
Озимая рожь	350	26,6	14,3	5,23	10,46	4,30
Яровая пшеница	350	20,8	9,2	4,30	8,60	4,20
Картофель	350	22,4	11,0	4,77	9,54	31,80
Пермь						
Озимая рожь	420	26,0	15,0	6,73	13,46	5,60
Яровая пшеница	420	21,5	9,6	5,21	10,42	5,00
Картофель	420	22,4	11,5	5,99	11,98	39,90
Кунгур						
Озимая рожь	350	25,8	14,0	5,28	10,56	4,40
Яровая пшеница	350	22,5	10,1	4,36	8,72	4,20
Картофель	350	23,8	11,6	4,74	9,48	31,60
Большая Соснова						
Озимая рожь	332	27,1	14,6	4,97	9,94	4,20
Яровая пшеница	332	22,8	10,3	4,17	8,34	4,10
Картофель	332	21,7	10,8	4,59	9,18	30,60
Ножовка						
Озимая рожь	332	26,7	14,7	5,08	10,16	4,20
Яровая пшеница	332	21,5	9,6	4,12	8,24	4,00
Картофель	332	22,7	11,1	4,51	9,02	30,10

Примечание: Уровень продуктивной влаги определен умножением годовой суммы осадков на коэффициент 0,7 (коэффициент продуктивного использования осадков на суглинистых почвах).

Данные таблицы 8 свидетельствуют, что гидротермический потенциал основных земледельческих районов Пермского края высок. Он позволяет получать урожайность близкую к потенциальной урожайности при КПД ФАР 3%. ГТП был рассчитан по среднегодовым данным, приведенным в агроклиматических справочниках [2]. Поэтому приведенные уровни урожайности характеризуют средние многолетние возможности зон.

В отдельные годы обеспеченность теплом и влагой чаще всего очень сильно отличается от среднегодовых данных, что сказывается на получаемой урожайности. Кроме этого, на различных полях даже в один и тот же год обеспеченность этими ресурсами также может различаться. Например, поле, расположенное на южном склоне, будет лучше обеспечено теплом, чем расположенное на северном склоне. Поле, расположенное в низине, лучше обеспечено влагой, чем расположенное на вершине увала и т.д.

Эффективность программирования тем выше, чем полнее учитываются при прогнозировании урожайности метеорологические условия конкретного года и микроклиматические характеристики полей. Однако при применении метода программирования в производстве учет этих особенностей как раз чрезвычайно затруднен, а часто и невозможен. Так как чтобы учесть метеорологические особенности конкретного года, в котором будет запрограммирована урожайность, необходимо иметь надежный долгосрочный прогноз хотя бы на вегетационный период. Однако синоптики пока не могут давать такие достоверные прогнозы. Не располагают хозяйства и микроклиматическими характеристиками своих полей.

Тем не менее, при отсутствии пока указанной информации достаточно эффективное применение программирования

урожайности в конкретном году и на конкретном поле возможно. Анализ метеорологических условий Пермского края и биологических особенностей возделываемых культур показывает, что для большинства полевых культур, за исключением кукурузы, лимитирующим урожайность метеорологическим фактором является влага. Таким образом, прогноз урожайности на конкретном поле необходимо делать по запасам продуктивной влаги в почве. При расчете исходная информация включает запас продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом или возобновлением вегетации и после уборки, и сумму осадков за период вегетации культуры. Определение запаса продуктивной влаги в почве – операция трудоемкая, но несложная и для хозяйства вполне доступна. Предполагаемую сумму осадков за период вегетации можно подсчитать по средним многолетним данным, взятым из агроклиматических справочников или ближайшей метеостанции. Для большей точности расчетов необходимо учитывать не всю среднемноголетнюю сумму осадков, а ту ее часть, которая гарантированно выпадает в 75% лет, то есть в три года из четырех.

На основе данных агроклиматического справочника [2] подсчитано, что в среднем в три года из четырех гарантированно выпадает 78% среднемноголетней суммы осадков вегетационного периода. Эту цифру можно использовать при расчетах ожидаемого количества осадков за период вегетации культуры. Например, при программировании урожайности яровой пшеницы в IV агроклиматическом районе за период ее вегетации в среднем выпадает 200 мм осадков. Гарантированно в три года из четырех выпадает 78% этой суммы, то есть 156 мм. Эту величину и следует прибавить к запасам продуктивной влаги в метровом слое.

Если по каким-либо причинам определение запасов влаги в метровом слое почвы выполнить не удастся, можно воспользоваться при расчете урожайности теми прогнозами ожидаемых запасов влаги, которые в феврале – марте предоставляют гидрометеостанции Пермского края.

Кроме исходной информации для прогнозирования урожайности необходимо знать коэффициенты суммарного водопотребления (КВ) каждой культуры. По некоторым культурам коэффициенты суммарного водопотребления в нашем крае определены, причем колебания их довольно сильны (табл. 9). В расчетах по прогнозированию урожайности имеют физиологический смысл минимальные их значения, которые близки к транспирационным коэффициентам. Более высокие КВ получаются потому, что формирование урожая ограничивается какими-то другими факторами и вода расходуется нерационально. То есть она проходит мимо растения, испаряясь с поверхности почвы или стекая в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Таблица 9

**Коэффициенты водопотребления полевых культур
в Пермском крае, м³/т [48]**

Культуры	КВ		Культуры	КВ	
	колебания	средние		колебания	средние
Озимая рожь	700-1100	900	Клевер луговой	330-1010	640
Яровая пшеница	950-1440	1130	Люцерна	400-930	610
Ячмень	640-1330	1010	Ежа сборная	320-930	560
Овес	1040-2410	1510	Кострец безостый	150-550	320
Вика (зерно)	1900-3120	2580	Горох (з. м.)	350-950	610
Свекла кормовая	13-101	57	Викоовсяная смесь	360-640	490
Подсолнечник	290-660	430	Клевер + кострец	400-780	550
Кукуруза	350-380	365	Люцерна + кострец	250-1460	670

Примечание: КВ рассчитаны на зерно у зерновых культур, на корнеплоды у кормовой свеклы и на сухое вещество урожая трав и силосных культур

Применяя при расчетах минимальные значения КВ, прогнозируемая урожайность приближается к потенциаль-

ным возможностям растения. В случае, когда программирование урожайности ведется на более низком уровне с учетом имеющихся ограничивающих факторов, мешающих эффективному использованию воды, возможно применять для расчетов средние значения коэффициентов водопотребления.

Расчеты уровня урожайности по наличию влаги в почве показывают, что при средней обеспеченности влагой можно получать довольно высокую урожайность. Главным, лимитирующим урожайность фактором в Нечерноземной зоне является почвенное плодородие. Особенно заметно это стало в последние десятилетия, когда применение минеральных и органических удобрений свелось к минимальным значениям, и пополнения органического вещества почвы не происходит. Помимо почвенного плодородия лимитировать урожайность могут также экономические и организационные факторы.

Контрольные вопросы

1. От чего зависит уровень использования ФАР?
2. Что показывают расчеты уровня урожайности по наличию влаги в почве?
3. Какой главный лимитирующий урожайность фактор в Нечерноземной зоне?

3. ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАПРОГРАММИРОВАННЫХ УРОЖАЕВ В АДАПТИВНОМ РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

3.1. Подбор культур и сортов

Одной из важных задач при конструировании высокопродуктивных агроэкосистем и агроландшафтов является использование и расширение средообразующих возможностей культивируемых видов растений. Различные культуры неодинаково истощают и иссушают почву, изменяют состав и распределение химических элементов, влияют на накопление гумуса и органических веществ, твердость, плотность, рН, по-разному изменяют уровень грунтовых вод, режим стока и эрозии, скорость ветра, содержание CO₂ в воздухе, микрофитоклимат и климат почвы. Корневые выделения растений содержат органические кислоты, сахара, аминокислоты, витамины, ферменты, фенольные соединения, гиббереллиноподобные и фитотоксичные вещества, которые могут стимулировать или угнетать рост и развитие других биологических компонентов агрофитоценоза.

Признанными почвоулучшающими культурами являются растения семейства Бобовые, способные произрастать даже на вскрышных породах, повышать урожайность без использования азотных удобрений и оставлять после себя в почве растительные остатки богатые азотистыми веществами.

Некоторые виды растений (люпин, кормовые бобы, сахарная свекла, репа, люцерно-злаковые смеси) могут существенно снижать плотность почвы. По способности структурообразования и количеству оставляемого после себя органического вещества сельскохозяйственные культуры при выращивании в Нечерноземной зоне располагаются в следующем

(убывающем) порядке: многолетние травы, кукуруза, озимые, яровые зерновые, зернобобовые, сахарная свекла, картофель, лен-долгунец.

Многолетние травы являются признанными лидерами по накоплению органического вещества в почве и улучшению ее физического состояния. Некоторые виды растений в своей ризосфере могут поддерживать ассоциации грибов, способствующих мобилизации труднодоступных питательных веществ. Так, люпин, гречиха и овес способны переводить труднодоступные соединения фосфора в усвояемые формы. За счет корневых выделений гороха и вики стимулируется поглощение азота, фосфора, калия и кальция из почвенных растворов растениями ячменя и овса.

Весьма специфичной оказывается и фитосанитарная роль различных культур. Так, овес не только более устойчив к корневым гнилям, чем яровая пшеница, но и в большей степени снижает поражение ими последующих культур. В садоводстве, овощеводстве и плодоводстве для борьбы с вредными насекомыми, клещами и паразитическими нематодами традиционно используют репеллентные растения (спаржа, клещевина, бузина, бархатцы, хризантемы, амариллис и др.).

Значительные различия между видами растений проявляются также в их влиянии на биологическую активность почвы и засоренность полей. Установлено, что корневые выделения люпина белого, пшеницы, овса, гороха и гречихи подавляют рост и накопление биомассы мари белой. Аллелопатическим влиянием объясняют ингибирование роста горчицы черной и лядвенца в посевах овсяницы, желтушника – в посевах овса, полевой – горчицы в посевах пшеницы, ржи и ячменя и т.д. Возделывание рапса, сурепицы и редьки мас-

личной в качестве промежуточных культур позволяет оздоровить микробиоценоз почвы [98].

При конструировании агроэкосистем важно учитывать способность некоторых культур (подсолнечника, суданской травы, свеклы и др.) сильно иссушать почву, их совместимость в ротации и смешанных посевах, возможность использования культур в качестве сидератов (люпин, сераделла, горчица, донник, вика и др.), промежуточных и уплотняющих культур. При правильном подборе культур и сортов урожайность смешанных посевов может существенно превышать урожайность одновидовых агроценозов.

Помимо подбора культур в агрофитоценозах следует обратить внимание также на выбор сорта. Предпочтение следует отдавать новым районированным сортам, сочетающим высокую потенциальную продуктивность и экологическую устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды, а также обладающих такими хозяйственно ценными свойствами, как устойчивость к полеганию и патогенам, высокая отзывчивость на плодородие почвы и сбалансированные дозы минеральных удобрений и т.п.

В процессе семеноводства должна быть обеспечена возможность использования разнонаправленного сортового и семенного потенциала, формируемого за счет набора культур и сортов-взаимострахователей, отличающихся по длине вегетационного периода, реакции на условия природной среды, устойчивости к различным расам болезней, отзывчивости на разные уровни почвенного плодородия, конъюнктуру рынка и т.п. В каждом хозяйстве необходимо возделывать не менее 3-4 сортов-взаимострахователей.

При определении сроков сортообновления следует иметь в виду, что чем большее число хозяйственно-ценных

признаков объединено в одном сорте, чем выше его исходная генетическая гетерогенность, тем больше вероятность расхождения признаков сорта в процессе семеноводства.

Основным документом, формирующим специфику сортовой агротехники, должен быть соответствующий агроэкологический паспорт сорта или гибрида, характеризующий специфику их адаптивных реакций на действие регулируемых и нерегулируемых факторов внешней среды, возможные агроэкологические макро-, мезо- и микротерритории эффективного возделывания, особенности сортовой агротехники (отзывчивость на загущение, удобрения, орошение и т.д.).

3.2. Севообороты

В земледелии севооборот традиционно рассматривается как важнейшее средство не только восстановления и поддержания плодородия почвы, но и борьбы с сорняками, возбудителями болезней и вредителями. Адаптивно-ландшафтный подход при формировании севооборотов основывается на дифференцированном размещении культивируемых видов и сортов в агроландшафтах с учетом соответствующих характеристик почвенного покрова, водного, температурного, пищевого, ветрового и других режимов. При этом за счет правильного подбора культур и схем их чередования ставится задача усилить продукционную, средообразующую и ресурсо-энергосберегающую функции севооборота. Для адаптивного землеустройства и севооборотов характерна также возможность адаптивного реагирования на реально складывающуюся ситуацию, то есть пространственная и временная гибкость границ полей, набора и схем чередования культур, технологий их возделывания, способов обработки почвы с учетом особенностей погодных условий, фитосанитарной обста-

новки и даже конъюнктуры рыночного спроса. Помимо этого, проектирование севооборотов различных типов и размеров определяется формами организации труда, обеспеченностью трудовыми ресурсами, технической оснащённостью, размещением хозяйственных центров, состоянием дорожной сети и др.

Если площадь земель той или иной агроэкологической группы не позволяет развернуть севооборот в пространстве, чередование культур осуществляют лишь во времени. Севообороты для крестьянско-фермерских хозяйств должны быть более компактными, с короткой ротацией, рассредоточенными сроками возделывания и созревания культур и сортов.

При создании адаптивных схем чередования культур необходимо учитывать специфику средообразующих возможностей разных видов растений в плане фитомелиорации земель, предотвращения водной и ветровой эрозии почвы, повышения ее плодородия и биоэнергетической емкости, борьбы с опустыниванием и заболачиванием, снижения уровня загрязнения почвы тяжелыми металлами и радионуклидами за счет возделывания культур-накопителей и т.д. В адаптивной земледелии особенно велика фитосанитарная роль севооборотов, которая существенно зависит от правильного подбора предшественников, то есть набора и сочетания культур, а также уровня плодородия почвы. При низком содержании органических веществ в почве снижается активность антагонистов почвенных патогенов, а, следовательно, и фитосанитарная роль самого севооборота.

В последние годы рекомендации по оптимизации севооборотов ориентируют на расширение видового состава культур, увеличение в них культур-почвоулучшителей, перераспределение площадей посева кормовых культур в кормо-

вых и полевых севооборотах в пользу последних, ограничение повторных посевов, исключение бессменного возделывания культур.

Таким образом, можно обозначить следующие перспективы совершенствования пашни и севооборотов:

- дифференциация размещения сельскохозяйственных культур в соответствии с их агроэкологическими требованиями и средообразующим влиянием, размещение севооборотов в пределах экологически однородных участков (агроэкологических групп земель);

- оптимизация доли многолетних трав в севооборотах в связи с предотвращением эрозии, засоления, заболачивания и др.;

- введение пожнивных посевов;

- расширение посевов бобовых культур;

- размещение полевых севооборотов в рациональном соотношении с кормовыми севооборотами, луго-пастбищными угодьями, противоэрозионная и мелиоративная организация территории;

- соответствие севооборотов уровням обеспеченности агрохимическими и другими ресурсами;

- максимально возможное поддержание поверхности почвы под покровом растений или растительных остатков;

- учет системного взаимодействия севооборотов с системами обработки почвы, защиты растений и др.

Учет и внедрение вышеперечисленных приемов позволит создать "здоровые" высокопродуктивные севообороты.

В Пермском крае можно использовать следующие севообороты.

Полевой севооборот зернотравянопаровой семипольный:

1. Пар

2. Озимая рожь
3. Яровая пшеница с подсевом многолетних трав
4. Многолетние травы 1 г.п.
5. Многолетние травы 2 г.п.
6. Ячмень
7. Овес.

Картофельный севооборот:

1. Сидеральный пар (люпин, горчица)
2. Озимая рожь
3. Картофель
4. Картофель.

Севооборот для эродированных почв:

1. Зернофуражные культуры + многолетние травы
2. Многолетние травы 1 г.п.
3. Многолетние травы 2 г.п.
4. Многолетние травы 3 г.п.
5. Многолетние травы 4 г.п.
6. Однолетние травы или силосные культуры.

Набор культур и схемы их чередования в севооборотах могут меняться в зависимости от специализации хозяйства, почвенных условий, финансовой обеспеченности, конъюнктуры рыночного спроса и других критериев.

3.3. Системы удобрения

После техногенного всплеска интенсификации и, соответственно, химизации земледелия в мире наметился экологический подход к применению минеральных и органических удобрений, обозначенный еще Д.Н. Прянишниковым, видевшим задачу агрохимии в регулировании биологического круговорота веществ в агроценозах.

Нарушение баланса биогенных элементов в земледелии ведет не только к уменьшению производства продукции и ухудшению ее качества, но и к снижению устойчивости агроландшафтов. В связи с этим компенсация дефицита питательных веществ органическими и минеральными удобрениями должна рассматриваться как экологически обусловленная задача, а объектом регулирования биологического круговорота веществ становится уже не определенный агроценоз, а агроландшафт в целом с учетом горизонтальных и вертикальных геохимических потоков.

При формировании систем удобрения в первую очередь решаются задачи, связанные с осуществлением почвозащитных мероприятий (сохранение на поверхности пожнивных остатков и соломы, сокращение чистых паров, минимизация обработки почвы). На основе этого В.И. Кирюшин делает вывод, что химизация земледелия является необходимым условием его экологизации.

На среднеоккультуренных дерново-подзолистых тяжело-суглинистых почвах Среднего Предуралья для получения продуктивности полевого севопольного севооборота на уровне 3-3,5 тыс. к.ед./га и обеспечения воспроизводства плодородия почвы рекомендуется применять органо-минеральную систему удобрений с насыщенностью пашни навозом 10 т/га в год и внесением эквивалентного количества минеральных удобрений [143].

3.4. Системы обработки почвы

Обработка почвы является наиболее энергоемкой операцией в земледелии. Общеизвестна необходимость использования дифференцированных систем обработки почвы, по-

зволяющих регулировать в желательном направлении ее водный, воздушный, тепловой, питательный, фитосанитарный и другие режимы. При выборе системы обработки почвы должны учитываться специфика топографических, почвенных, литологических и метеорологических условий, а также особенности возделываемой культуры и даже сорта.

Практическая реализация дифференцированного подхода к обработке почвы, уходу за посевами и уборке теснейшим образом связана с созданием адаптивной системы сельскохозяйственной техники, характерными особенностями которой, наряду с ресурсо-энергоэкономичностью, надежностью и экологической безопасностью, являются приспособленность к местным топографическим, почвенно-климатическим и погодным условиям, а также к соответствующему набору культур и технологий, то есть агроэкологическая специализация и многовариантность.

К настоящему времени в нашей стране сложилось несколько систем земледелия, каждая из которых имеет несколько вариантов исполнения. В.И. Кирюшин предложил классификацию почвообработки, включающую системы, подсистемы и приемы обработки почвы в севообороте [49].

1. Отвальная система обработки почвы. Осуществляется с помощью отвальных орудий с полным или частичным оборачиванием ее слоев. Данная система подразделяется на подсистемы: разноглубинную и минимальную.

Отвальная разноглубинная система обработки почвы может включать (в зависимости от культур в севообороте и других условий) в качестве основной обработки глубокую отвальную обработку (на глубину более 24 см), обычную обработку (18-24 см), а также мелкую (8-16 см) и поверхностную (до 8 см), если они чередуются с более глубокими.

Отвальная минимальная система обработки ограничивается применением поверхностной и мелкой обработки почвы. Более глубокие обработки используются в исключительных случаях. Набор приемов в отвальной системе включает: вспашку, культурную вспашку, дискование почвы, гребнистую вспашку, двухъярусную обработку, мелиоративную вспашку плантажными и трехъярусными плугами, боронование, фрезерование, прикатывание.

Основным преимуществом данной системы является хорошее перемешивание почвы. Однако система имеет и существенные недостатки: значительное развитие эрозии почвы, продолжительное выполнение работ, значительный расход топлива и затрат человеческого труда.

В настоящее время практически вся пашня в Пермском крае обрабатывается по отвальной разноглубинной системе с усиливающейся тенденцией к минимизации. При чередовании основной отвальной культурной, выровненной вспашки на глубину 20-22 см, с минимальной обработкой дисковой бороной на 8-10 см и комбинированной обработкой на 28-30 см снижается засоренность посевов, уменьшается уплотнение почвы [128].

2. Мульчирующая система обработки почвы. Осуществляется с помощью безотвальных орудий, сохраняющих на поверхности почвы пожнивные остатки. По возможности мульчирующий эффект усиливается разбрасыванием измельченной соломы в процессе уборки урожая. Система делится на три подсистемы: глубокую, разноглубинную и минимальную.

Мульчирующая глубокая система обработки почвы предполагает применение систематической глубокой безотвальной обработки (глубже 24 см). Она применяется на уп-

лотнящихся почвах, а также в сложных эрозионных ландшафтах для уменьшения поверхностного стока и предотвращения эрозии.

Мульчирующая разноглубинная система обработки почвы предусматривает чередование мелкой и глубокой плоскорезных и других безотвальных обработок на различную глубину в зависимости от культуры в севообороте и состояния почвы.

Мульчирующая минимальная система обработки почвы базируется на мелкой плоскорезной обработке. Используется в основном на легких по гранулометрическому составу почвах. Ранневесеннее боронование в мульчирующей системе производится игольчатыми боронами, посев – стерневыми сеялками.

Преимуществом данной системы является меньшее развитие эрозии почвы, чем при традиционной обработке и хорошее перемешивание почвы. В качестве недостатков следует отметить значительный расход топлива и затрат труда.

На дерново-подзолистой почве Удмуртской Республики использование соломы зерновых в качестве мульчи в сочетании с безотвальной системой зяблевой обработки почвы в севообороте, обеспечивает надежную защиту почв от эрозии, предотвращает потери почвенного плодородия, способствует накоплению и сохранению влаги в почве [84].

3. Комбинированная система обработки почвы. Включает множество вариантов, сочетающих отвальные обработки с безотвальными на различную глубину в соответствии с экологическими условиями и требованиями культур. В системе можно различать глубокую, разноглубинную и минимальную подсистемы.

Главным направлением совершенствования комбинированных систем обработки почвы в районах умеренного про-

явления эрозии или ее отсутствия является сокращение глубины и частоты обработки и совмещение технологических операций по соображениям энергосбережения и экономичности.

В Среднем Предуралье в исследованиях А.И. Косолаповой выявлена высокая структурообразующая роль безотвального рыхления (чизельное, поверхностное) и чередования его с отвальной вспашкой (плужно-плоскорезная, плужно-поверхностная, чизельно-поверхностная системы обработки почвы). Эти приемы обработки повышают в дерново-мелкоподзолистой среднесуглинистой почве содержание агрономически ценной макроструктуры на 30 – 45%, микроструктуры – 4 – 8%, фактор структурности – на 14 – 31% к первоначальному уровню, в оподзоленном черноземе – макроструктуры на 5 – 10%, водопрочных агрегатов – 5 – 10%, коэффициент структурности – 28 – 71% [56].

4. Гребне-грядовая система обработки почвы. Система включает нарезку гребней и (или) гряд, имеет важное значение в условиях холодного и влажного климата. Наибольшее распространение получила в районах Дальнего Востока с муссонным климатом.

5. Прямой посев, нулевая система обработки почвы. Систематическое применение прямого посева называют нулевой системой обработки, или no-till. При этой системе почва остается без механической обработки. Посев проводят специальными сеялками, для борьбы с сорной растительностью, болезнями и вредителями используются пестициды.

Недостатком нулевой обработки является отсутствие перемешивания почвы и значительная зависимость от гербицидов. Кроме этого, на недостаточно дренированных почвах, покрытых большим количеством растительных остатков, за-

держивается прогревание почвы ранней весной, что сказывается на задержке прорастания, росте всходов или сроках посева.

В качестве преимуществ нулевой обработки следует отметить максимальный контроль за эрозией почвы и минимальный расход топлива и затрат труда. Экономия вложенного труда позволяет обрабатывать большие площади без дополнительного оборудования или производительного труда. С сокращением полевых операций происходит уменьшение затрат на трактора, почвообрабатывающие орудия и их содержание.

Данные полевых опытов, проведенных в зональных НИИ России, указывают на то, что нулевая обработка почвы имеет определенные перспективы использования, хотя широкого практического применения она пока не получила.

Нулевая обработка почвы требует высокой организации труда, квалификации специалистов и повышенной обеспеченности специальной техникой, удобрениями и пестицидами.

В Среднем Предуралье на дерново-подзолистых тяжелосуглинистых среднеокультуренных почвах ежегодное применение нулевой системы обработки почвы приводит к уплотнению почвы, увеличению засоренности посевов, при этом снижается рентабельность. Поэтому применение нулевой обработки необходимо чередовать с более глубокими отвальными обработками [128].

Перспектива минимизации обработки почвы в условиях таежно-лесной зоны в большей мере связана с предварительным окультуриванием дерново-подзолистых почв, созданием мощного пахотного горизонта.

Независимо от выбранной системы обработки почвы необходимо равномерно распределять растительные остатки

по поверхности почвы. Равномерное распределение растительных остатков и соломы препятствует засорению посевов, обеспечивает однородность структуры, упрощает борьбу с сорняками и улучшает защиту почвы от эрозии.

3.5. Технологические схемы возделывания основных групп полевых культур в Пермском крае

При разработке технологии возделывания культуры необходимо учитывать экономическое состояние хозяйства. В следующих подразделах приведены агротехнологии рекомендованные для возделывания культур в условиях наиболее типичных для Пермского края (базовые технологии).

3.5.1. Ранние яровые зерновые культуры

Предшественники – пропашные, озимые зерновые, бобовые, многолетние травы. Почва дерново-подзолистая тяжелосуглинистая с низким содержанием гумуса (1,5-2,0 %), средним содержанием фосфора (100-150 мг/кг почвы) и калия (80-120 мг/кг), рН 5,0-5,3. Поля засорены однолетними и многолетними двудольными сорняками.

При возделывании культур предпочтение следует отдавать районированным в крае сортам. Посев необходимо проводить кондиционными семенами не ниже третьей репродукции.

При использовании зерновых в качестве покровных культур для многолетних трав норму высева первых необходимо уменьшить на 30 – 50%, посев проводить рядовым способом сеялкой СЗТ-3,6.

Технология возделывания зерновых культур, представленная в таблице 10, рассчитана на получение урожайности 4-5 т/га.

Таблица 10

Технология возделывания яровых зерновых культур

Технологическая операция	Сроки проведения операций (агротехнические или биологические)	Машины и орудия	Технологические показатели
1	2	3	4
1. Лушение стерни, дискование многолетних трав	Вслед за уборкой стерневого предшественника, не позднее 1 декады сентября	МТЗ-80 + ЛДГ-10; Т-150 + БДТ-7	На глубину 6-8 см или на 10-12 см (на полях, засоренных многолетними сорняками)
2. Внесение минеральных удобрений	Под основную обработку почвы	МТЗ-80+ПЭ-08; МТЗ-80+РУМ-5	Рекомендуемые дозы на запланированную урожайность, с корректировкой на плодородие почвы, назначение продукции и биологические особенности культур Р ₂ О ₅ – 70-90 кг/га, К ₂ О – 120-150 кг/га
3. Зяблевая вспашка	Через 2-3 недели после лушения, дискования	Т-150+ПЛН-5-35	На полную глубину пахотного слоя без борон
4. Ранневесеннее боронование	При посерении гребней зяби, выборочно	Т-150 + 18 БЗТС-1	3 – 4 см, поперек или по диагонали к вспашке, в 2 следа
5. Внесение азотных удобрений	Азотные удобрения вносят в 1-2 приема под предпосевную культивацию 70% дозы под пшеницу; 100% дозы под ячмень и овес	МТЗ-80+ПЭ-08, МТЗ-80+РУМ-5 или МТЗ-80 + ОПВ-2000	Под пшеницу 90-120 кг, под ячмень и овес по 60-90 кг д.в. на га (с корректировкой на плодородие почвы, предшественник) концентрация рабочего раствора мочевины 10%
6. Предпосевная культивация (рыхление, выравнивание, прикатывание) с боронованием	При наступлении физической спелости почвы	МТЗ-80+КПС-4+ БЗСТ-1,0 РВК-3,6; ДТ-75+РВК-5,4 (ВИП-5,6)	На глубину 5-12 см в зависимости от глубины наступления физической спелости почвы, в 2 следа, поперек и вдоль основной обработки
7. Воздушно-тепловой обогрев семян, особенно овса	Зимне-весенний период до протравливания	Зерносушилки или бункера, установки активного вентилирования	В сушилке 2 – 3 часа при температуре теплоносителя 55 – 60 °С, в бункерах 4-6 суток при температуре воздуха 30 – 35 °С
8. Протравливание семян	Заблаговременно (за месяц) при устойчивом переходе среднесуточной температуры воздуха 5 °С, или перед посевом	ПС-10 А	Премис Двести, КС, 0,15 – 0,25 л/т семян с прилипателем, расход рабочей жидкости – 10 л/т, или другие разрешенные препараты

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4
9. Посев (рядовой или узкорядный) с внесением удобрений	Не позднее чем через 12 часов после предпосевной культивации	ДТ-75+3 СЗ-3,6 (3 СЗУ-3,6, СПУ-6)	Норма высева пшеницы – 6,0-8,0, ячменя – 5,0-5,5, овса 6,0-7,0 млн всхожих семян на га, глубина заделки семян 3-4 см, семена не ниже категории РСЗ, сорта районированные, P ₂ O ₅ не более 10-20 кг/га
10. Уход за посевами, прикатывание	Сразу после посева	МТЗ-80+ЗКШ-6	Давление 300-500 г/см ²
11. Боронование до всходов	Через 5-6 дней после посева	ДТ-75+БЗСС-1,0 или БИГ-3	При наличии почвенной корки, поперек посева в один след, на глубину 2-3 см, на скорости до 5 км/ч
12. Боронование по окрепшим всходам (овес, ячмень)	Через 7-10 дней после всходов	Легкими или средними боронами БП-0,6А, БЗСС-1,0, ротационными мотыгами БИГ-3	Поперек посева, в середине дня, в один след на скорости до 5 км/ч при наличии почвенной корки и однолетнем типе засорения
13. Обработка посевов против сорняков	В фазе кушения	МТЗ-80+ОПШ-15	Аргамак, ВДГ, 0,02-0,025 кг/га, или другими разрешенными препаратами. Расход рабочей жидкости 200 – 300 л/га, при превышении ЭПВ
14. Обработка против вредителей	В период вегетации	МТЗ-80+ОПШ-15 МТЗ-80 + ОПВ-2000	Фуфанон, КЭ, 0,5 – 1,2 л/га, расход рабочей жидкости 200 – 400 л/га, или другими разрешенными препаратами, при превышении ЭПВ
15. Обработка против болезней	В период вегетации	МТЗ-80 + ОПВ-2000	Тилт, КЭ, 0,5 л/га расход рабочей жидкости 200 – 300 л/га, или другими разрешенными препаратами, при превышении ЭПВ
16. Подкормка азотными удобрениями посевов продовольственной пшеницы	В фазе колошения – молочного состояния	МТЗ-80 + ОПВ-2000	Доза 20-30 кг д.в./га, концентрация рабочего раствора мочевины 10%
17. Уборка зерна, однофазная	В конце восковой спелости, при влажности зерна не более 22-25%, без потерь	Дон-1500, СК – 5 «Нива», «Енисей»	Высота среза 10 – 12 см, обороты барабана 900 – 1200 об./мин., с измельчением соломы

На кормовое зерно яровые зерновые культуры можно возделывать в смеси с горохом и викой.

Борьбу с вредителями, болезнями и сорняками проводят при превышении вредными объектами экономического порога вредоносности.

При уборке настройка комбайнов должна обеспечивать отсутствие потерь ($\leq 3\%$) и минимальное травмирование зерна ($\leq 2\%$). Зерно от комбайна транспортируют на тока, где оно должно немедленно подвергаться предварительной очистке и сушке или размещаться на вентилируемых площадках.

Солому после уборки необходимо измельчать и оставлять на месте произрастания или, при отсутствии на комбайне измельчителя, немедленно убирать с полей. Более предпочтительным является первый вариант, так как он способствует пополнению органического вещества почвы, не требует дополнительных ресурсов на транспортировку и складирование соломы за пределами поля, способствует ускорению проведения осенней основной обработки почвы.

3.5.2. Поздние яровые зерновые культуры

Посевы проса лучше размещать на чистых от сорной растительности почвах. Хорошими предшественниками для проса являются пропашные, лен масличный, озимые зерновые, пласт многолетних трав, для гречихи – озимая рожь, оборот пласта многолетних трав или выводной участок ближе к опылителям. Лучшими для возделывания являются структурные, хорошо аэрируемые почвы с большим содержанием легкорастворимых питательных веществ. На почвах тяжелых и бедных питательными веществами растения плохо растут и развиваются.

Технология возделывания поздних зерновых культур в Среднем Предуралье приведена на примере проса и гречихи в таблице 11.

Таблица 11

Технология возделывания проса и гречихи

Технологические операции	Сроки проведения операций (агротехнические или биологические)	Машины и орудия	Технологические показатели
1	2	3	4
1. Лущение стерни	Сразу после уборки предшественника	ДТ-75, ЛДГ-10 или ППЛ-10-25	Глубина 5 – 7 см
или дискование пласта трав		ДТ-75, БДТ-10	Глубина 8 – 10 см
2. Внесение фосфорных и калийных удобрений	Под основную обработку почвы	МТЗ-80, РУМ-5, МВУ-5	Рекомендуемые дозы на запланированную урожайность, с корректировкой на плодородие почвы, назначение продукции и биологические особенности культур, Р ₆₀ К ₆₀
3. Вспашка зяби	Через 2 недели после лущения или дискования	Т-150, ПЛН-5-35, ДТ-75М, ПЛН-4-35	На глубину пахотного слоя без боронования
4. Весеннее боронование	При первой возможности выезда на поле (посередине гребней)	Т-150, СП-16, БЗТС-1А; ДТ-75, СП-11, БЗТС-1	Поперек или по диагонали основной обработке, глубина 3 – 4 см, 2 следа
5. Первая культивация с боронованием	Через 2-3 дня после закрытия влаги при наступлении физической спелости почвы на глубине 8-10 см	Т-150, СП-16, КПС-4, БЗСС-1; ДТ-75, СП-11, КПС-4, БЗСС-1	Поперек основной обработке почвы, глубина 8 – 10 см
6. Прикатывание	Вслед за культивацией	МТЗ-80+ 3 ККШ-6	Давление 300 – 500 г/см ²
7. Внесение азотных удобрений	Под предпосевную культивацию	МТЗ-80 + РУМ-5, МВУ-5	Рекомендуемые дозы на запланированную урожайность, с корректировкой на плодородие почвы, назначение продукции и биологические особенности культур 40 – 60 кг д.в./га

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4
8. Предпосевная культивация с боронованием	Непосредственно перед посевом при прогревании слоя почвы на глубине заделки семян до 10-12 °С	Т-150, СП-16, КПС-4, БЗСС-1; ДТ-75, СП-11, КПС-4, БЗСС-1	Глубина 5 – 6 см
9. Воздушно – тепловой обогрев семян	Зимне-весенний период до протравливания	Зерносушилки или бункера	В сушилке 2 – 3 часа при температуре теплоносителя 55 – 60 °С, в бункерах 4-6 суток при температуре воздуха 30 – 35 °С
10. Калибровка семян	Зимне-весенний период до протравливания	ПСП-5 (пневмосортировальный стол)	Масса 1000 семян не ниже: просо - 6 г, гречиха – 35 г
11. Протравливание семян (просо)	Не позднее чем за 2 недели до посева (лучше за 1 – 1,5 месяца)	ПС-10, ПСШ-3, «Мобитокс-Супер»	Винцит, КС, 1,5 – 2,0 л/т семян, с прилипателем, расход рабочей жидкости – 10 л/т, или другими рекомендуемыми препаратами
12. Посев	Вслед за предпосевной культивацией	ДТ-75+ЗСЗ-3,6 (ЗСЗУ-3,6, СПУ-6)	Рядовой, скорость 6 км/час, норма высева: просо – 5, гречихи – 4 млн всх. семян на 1 га, глубина заделки 3–4 см
13. Прикатывание	Сразу после посева	МТЗ-80, СП-11, З-ККШ-6	При сухой погоде, давление 300 – 400 г/см ²
14. Боронование до всходов	Через 4 – 5 дней после посева	МТЗ-80, СП-11, БЗЛС-1,0; ЗБП-0,6А	Глубина не более 3 см, поперек рядков посева, скорость до 5 км/час.
15. Боронование всходов	По хорошо укоренившимся всходам	МТЗ-80, СП-11, БЗЛС-1,0; ЗБП-0,6А	Поперек рядов, скорость 4 – 5 км/час после полудня, повреждение растений не более 5%, при образовании почвенной корки
16. Вывоз пчел (гречиха)	При массовом цветении	Транспортные средства	2 – 3 пчелосемьи на 1 га посева
17. Обработка гербицидами (просо)	В фазе кущения до выхода в трубку	МТЗ-80, ОПШ-15, ПОМ-630, ОПВ-2000	Элант, КЭ, 0,6-0,8 л/га, или другими разрешенными препаратами, расход рабочей жидкости 200 – 300 л/га

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4
18. Уборка двухфазная	Наступление восковой спелости в средней части метелки (просо), и побурении 75% плодов гречихи	Дон-1500, «Нива», «Енисей», ЖВН – 6	Высота среза гречихи 10 – 12 см, просо 30-40 см
	подбор валков	Дон-1500, «Нива», «Енисей», ППТ-3	Обороты барабана 500 – 600 об./мин., с измельчением соломы

Основная обработка почвы под просо и гречиху схожа с обработкой под ранние яровые зерновые культуры. Особенности предпосевной обработки почвы связана с биологическими особенностями культур и включает ранневесеннее боронование и проведение двух-трех культиваций.

Посев проводят семенами районированных сортов высоких репродукций, отвечающих требованиям посевного стандарта.

Обработку пестицидами проводят при превышении вредными объектами экономических порогов вредоносности.

Уборку желательно проводить отдельно, так как семена проса в метелке и гречихи созревают довольно неравномерно. Однако если погодные условия не позволяют, то культуры убирают однофазным способом, при этом на семенных посевах необходимо провести десикацию. Прямое комбайнирование проводят при побурении 85 – 90% плодов гречихи.

Обмолоченные семена транспортируют на тока, немедленно проводят предварительную очистку и сушку, либо складывают на вентилируемых площадках.

Солому просо либо измельчают и оставляют в поле в качестве органического удобрения, либо удаляют за пределы поля и скармливают скоту.

3.5.3. Зерновые бобовые культуры

Посевы зерновых бобовых культур размещают после зерновых, лучше озимых, или пропашных культур. Лучшими для их возделывания являются почвы с нейтральной реакцией почвенной среды.

Технология возделывания зернобобовых культур в условиях Среднего Предуралья на примере гороха приведена в таблице 12 и рассчитана на получение урожайности 2,0 – 2,5 т/га.

Таблица 12

Технология возделывания гороха

Технологические операции	Сроки проведения операций (агротехнические или биологические)	Машины и орудия	Технологические показатели
1	2	3	4
1. Лущение стерни	Сразу после уборки предшественника	ДТ-75, ЛДГ-10 или ППЛ-10-25	Глубина 6 – 8 см или 12 – 14 см
2. Внесение фосфорных и калийных удобрений	Под основную обработку	МТЗ-80, РУМ-5, МВУ-5	Рекомендуемые дозы на запланированную урожайность, с корректировкой на плодородие почвы, назначение продукции и биологические особенности культур Р ₂ O ₅ и К ₂ O дозы по 60 кг/га
3. Вспашка зяби	Через 2 недели после лущения	Т-150, ПЛН-5-35, ДТ-75М, ПЛН-4-35	На глубину пахотного слоя, без борон
4. Весеннее боронование	При первой возможности выезда в поле (посерение гребней)	Т-150, СП-16, БЗТС-1А; ДТ-75, СП-11, БЗТС-1	Поперек или по диагонали к вспашке на неравномерно подсыхающих почвах, глубина 3–4 см, в 2 следа
5. Внесение азотных удобрений	Под предпосевную культивацию	МТЗ-80, РУМ-5, МВУ-5	30 – 45 кг/га азота в форме аммонийной селитры или мочевины, на бедных почвах

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4
6. Предпосевная культивация с боронованием	При наступлении физической спелости почвы на глубине 8-10 см	Т-150, СП-16, КПС-4, БЗСС-1; ДТ-75, СП-11, КПС-4, БЗСС-1	Глубина 8 – 10 см, в два следа
7. Протравливание семян	Не позднее чем за 2 недели до посева (лучше за 1 – 1,5 месяца)	ПС-10, ПСШ-3, «Мобитокс-Супер»	ТМТД, ВСК 6 – 8 л/т или другие разрешенные препараты, расход – 10 л/т
8. Обработка семян молибденом и ризоторфином	В день посева	ПС-10, ПСШ-3, «Мобитокс – Супер»	125 г <i>Mo</i> (д.в.) на 1 т семян в виде молибдата аммония или натрия в 0,5 л воды + ризоторфин (1 порция на 1 га)
9. Посев	Вслед за предпосевной культивацией	Т-150 или ДТ-75М, СП-11, СП-16, СЗ-3,6; СЗУ-3,6; СЗП-3,6 СПУ-6	Скорость 6 км/час., норма высева 1,0 – 1,4 млн всхожих семян на 1 га, глубина заделки 4 – 5 см, способ посева – рядовой, узкорядный
10. Прикатывание	Сразу после посева	МТЗ-80, СП-11, З-ККШ-6	При сухой погоде, давление 300 – 500 г/см ²
11. Боронование до всходов	Через 4 – 5 дней после посева	МТЗ-80, СП-11, БЗСС-1,0; ЗБП-0,6А	При наличии почвенной корки, глубина не более 4 см, поперек посева, скорость до 5 км/час.
12. Боронование по всходам	3 – 4 листа, до образования усов	МТЗ-80, СП-11, БЗСС-1,0; ЗБП-0,6А	Поперек рядков, скорость 4 – 5 км/час., после полудня, повреждение растений не более 5%, при наличии почвенной корки и однолетнем типе засорения
13. Обработка гербицидами	5 – 6 листьев гороха при сильной засоренности поля	МТЗ-80, ОПШ-15, ПОМ-630, ОПВ-2000	Базагран, ВР, 2 – 3 л/га или другими разрешенными препаратами, расход рабочей жидкости 200 – 300 л/га, при превышении ЭПВ
14. Десикация (при возделывании на семена)	В период полной биологической спелости за 7-12 дней до уборки	МТЗ-80, ОПШ-15, ПОМ-630, ОПВ-2000	Реглон Форте, ВР, 1-2 л/га, расход рабочей жидкости – 200-300 л/га

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4
15. Уборка	При побурении 90 – 100% бобов	Дон- 1500, «Енисей»	Однофазная, высота среза 5 – 8 см, ско- рость до 7 км/час, 450 – 500 об./мин с из- мельчением соломы

Основная и предпосевная обработки почвы под зернобобовые культуры схожи с обработками под ранние зерновые культуры. На ровных полях возможна предпосевная обработка на глубину 5 – 6 см, без предварительного ранневесеннего закрытия влаги.

При программировании среднего уровня урожайности азотные удобрения можно вносить только в стартовых дозах (30 кг/га д.в.) или совсем не применять.

Необходимым приемом для повышения азотфиксирующей способности бобовых культур является обработка ризоторфином и молибденом. Обязательным условием при этом является проведение обработки под навесом для того, чтобы на клубеньковые бактерии не попадали прямые солнечные лучи.

Посев проводят семенами районированных сортов высоких репродукций, отвечающих требованиям посевного стандарта.

Обработку пестицидами проводят при превышении вредными объектами экономических порогов вредоносности.

Уборку проводят прямым комбайнированием на мягких режимах молотильного аппарата (450 – 500 об./мин.). Если позволяют погодные условия, то возможно проведение раздельной уборки.

Обмолоченные семена транспортируют на тока, немедленно проводят предварительную очистку и сушку, либо складывают на вентилируемых площадках. При сушке необходимо правильно выбрать температурный режим (темпера-

тура теплоносителя не более 60»С, зерна – не более 45»С), так как при превышении температуры наблюдается коагуляция белка, семена при этом теряют всхожесть.

Солому либо измельчают и оставляют в поле в качестве органического удобрения, либо удаляют за пределы поля и скармливают скоту.

Вику посевную на семена предпочтительнее возделывать в смеси с ячменем, при этом норма высева составляет вики – 2,5 млн шт., ячменя – 1,5 млн шт. всхожих семян на 1га.

3.5.4. Однолетние бобово-злаковые смеси

В полевых севооборотах бобово-злаковые смеси на зеленую массу высевают в занятом пару, или поукосно после озимой ржи на зеленую массу. Однолетние травы малотребовательны к предшественникам. Хорошо растут после пропашных культур и яровых зерновых. Бобово-злаковые смеси хорошо очищают поля от сорной растительности и меньше истощают почву азотом. Для возделывания культуры подходят различные почвы, но лучшими являются характеризующиеся высокой влагоудерживающей способностью. Хорошо развиваются растения при рН_{сол} 5,0 – 6,5.

Технология возделывания бобово-злаковой смеси в занятом пару на зеленую массу приведена на примере вико-овсяной смеси (табл. 13).

Таблица 13

Технология возделывания вико-овсяной смеси на зеленую массу

Технологические операции	Сроки проведения операций (агротехнические или биологические)	Машины и орудия	Технологические показатели
1	2	3	4
1. Лущение стерни	Сразу после уборки предшественника	ДТ-75, ЛДГ-10 или ППЛ-10-25	Глубина 6 – 8 см

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4
2. Внесение извести	Под основную обработку	МТЗ-80, 1РМГ – 4	Разбрасывание по поверхности почвы, ширина захвата 8-10 м, доза зависит от кислотности почвы
3. Вспашка зяби	Через 2 недели после лущения или дискования	Т-150, ПЛН-5-35, ДТ-75М, ПЛН-4-35	На глубину пахотного слоя с предплужниками, без борон
4. Весеннее боронование	При первой возможности выезда в поле (посереение гребней)	Т-150, СП-16, БЗТС-1А; ДТ-75, СП-11, БЗТС-1	Поперек или по диагонали к направлению вспашки, глубина 3 – 4 см, 2 следа
5. Внесение минеральных удобрений	Под предпосевную культивацию	МТЗ-82, 1РМГ-4 или МВУ-5	Рекомендуемые дозы на запланированную урожайность, с корректировкой на плодородие почвы, назначение продукции и биологические особенности культур, N ₃₀ -60P ₆₀ K ₆₀
6. Предпосевная культивация с боронованием	Через 1-2 дня после закрытия влаги при наступлении физической спелости почвы	ДТ-75, СП-11, КПС-4, БЗСС-1,	Глубина 6– 8 см, в два следа
7. Воздушно тепловой обогрев семян овса	В весенний период до протравливания	Зерносушилки или бункера, установки активного вентилирования	В сушилке 2 – 3 часа при температуре теплоносителя 55 – 60 °С, в бункерах 4-6 суток при температуре воздуха 30 – 35 °С
8. Обработка семян микроудобрениями	В день посева	ПС-10, ПСШ-3, «Мобитокс-Супер»	Молибденовокислый аммоний 2 – 3 кг/т, борная кислота 500 – 750 г/т с увлажнением 5 л воды на 1 т семян
9. Посев	Вслед за культивацией	ДТ-75 + 3 СЗ-3,6	Высевают 50% от нормы высева в чистом виде (вики – 2, овса – 3 млн шт.), способ посева рядовой, глубина заделки семян 3 – 4 см
10. Прикатывание	Сразу после посева	МТЗ-80+ ЗККШ-6	В сухую погоду, давление 300-500 г/см ²

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4
11. Боронование до всходов	Через 5-6 дней после посева	ДТ-75+БЗСС-1,0	При появлении почвенной корки, поперек посева в один след, на глубину 2-3 см, на скорости до 5 км/ч
12. Боронование по окрепшим всходам	Через 7-10 дней после всходов	Легкими или средними боровами БП-0,6А, БЗСС-1,0, ротационными мотыгами БИГ-3	Поперек посева, в середине дня, в один след на скорости до 5 км/ч при наличии почвенной корки и однолетнем типе засорения
13. Уборка	В фазе выметывания овса, цветения вики, не позднее 25 июля	КСК – 100	Прямое комбайнирование с измельчением стеблей растений, длина резки 3-4 см, ширина захвата 2,2 м, рабочая скорость 10 км/ч

Основная и предпосевная обработки почвы под однолетние бобово-злаковые смеси схожи с обработками под ранние зерновые культуры. Также на ровных полях возможна предпосевная обработка на глубину 5 – 6 см, без предварительного ранневесеннего закрытия влаги.

Необходимым приемом для повышения азотфиксирующей способности бобовых культур является обработка семян молибденом. Для семян овса необходимо провести воздушно-тепловой обогрев, для того чтобы повысить энергию прорастания.

Посев проводят семенами районированных сортов высоких репродукций, отвечающих требованиям посевного стандарта. Для посева бобово-злаковой смеси используют 50% от нормы высева семян овса и вики в чистом виде.

Обработку пестицидами на посевах однолетних трав не проводят, если они используются на кормовые цели.

Уборку проводят кормоуборочными комбайнами с измельчением стеблей растений, длина резки 3-4 см.

3.5.5. Многолетние бобовые травы

Многолетние травы обычно высевают в третье поле севооборота после пара, то есть предшественник – озимая рожь. В Среднем Предуралье самой распространенной многолетней бобовой культурой является клевер луговой. Клевер высевают под покров яровых культур (пшеница, ячмень, овес). Клевер – культура малотребовательная к почвам, растет на разных типах, но предпочитает суглинистые, тяжело-суглинистые почвы богатые гумусом, не переносит кислых и сильнозасоленных почв.

Технология возделывания многолетних бобовых трав приведена на примере клевера лугового на плановую урожайность семян 2 – 3 ц/га, покровная культура – яровая пшеница.

Таблица 14

Технология выращивания клевера лугового на семена

Технологические операции	Сроки проведения операций (агротехнические или биологические)	Машины и орудия	Технологические показатели
1	2	3	4
1. Лущение стерни	После уборки предшественника	ДТ-75 +ЛДГ-10 или ППЛ-10-25	Глубина 5 – 7 см Глубина 12 – 14 см
2. Внесение фосфорных и калийных удобрений	Под основную обработку почвы	МТЗ-80, РУМ-5, МВУ-5	Рекомендуемые дозы на запланированную урожайность, с корректировкой на плодородие почвы, назначение продукции и биологические особенности культур, P ₂ O ₅ и K ₂ O дозы по 60 кг/га
3. Вспашка зяби	Через 2 недели после лущения	Т-150, ПЛН-5-35, ДТ-75М, ПЛН-4-35	На глубину пахотного слоя с предплужником, без борон
4. Весеннее боронование	При первой возможности выезда на поле (при посеве гребней)	Т-150, СП-16, БЗТС-1А; ДТ-75, СП-11, БЗТС-1	Поперек или по диагонали к направлению вспашки глубина 3 – 4 см, 2 следа

Продолжение таблицы 14

1	2	3	4
5. Внесение азотных удобрений	Под предпосевную культивацию	МТЗ-82, 1РМГ-4 или МВУ-5	С расчетом на урожай покровной культуры и клевера, N ₃₀
6. Предпосевная культивация с боронованием	Через 1-2 дня после закрытия влаги при наступлении физической спелости почвы	ДТ-75, СП-11, КПС-4, БЗСС-1, или РВК-3,6	Глубина 5 – 6 см
7. Прикатывание	Сразу после культивации	МТЗ-80 + 3 ККШ-6	Если нет комбинированных агрегатов, давление 300 –400 г/см ³
8. Обработка семян ризоторфином и микроудобрениями	В день посева семян	ПС-10	Молибденовокислый аммоний 2 – 3 кг/т, борная кислота 500 – 750 г/т, 200 г ризоторфина на гектарную норму семян клевера с увлажнением 0,5 л воды на 1 т семян
9. Посев	Вслед за прикатыванием, одновременно с покровной культурой	ДТ-75, 3 СЗТ-3,6	Способ посева покровной культуры – рядовой, клевера – широкорядный с междурядьями 45-60 см, глубина посева клевера 1,5 – 2 см, норма высева пшеницы 5 – 5,5 млн/га, клевера – не более 3 млн/га
10. Уход за посевами прикатывание	Сразу после посева	МТЗ-80+ 3ККШ-6	В сухую погоду, давление 300-500 г/см ²
11. Обработка посевов гербицидами	В фазе кущения покровной культуры, при образовании 1 – 2 тройчатых листьев клевера	МТЗ- 80, ОПШ-15	Аметил, ВРК, 0,8-1,2 л/га, расход рабочей жидкости 200 – 300 л/га, и другие разрешенные препараты
12. Уборка покровной культуры	При наступлении середины восковой спелости зерна покровной культуры	СК-5 «Нива», СКД-5 «Енисей», «Доминатор»	Прямое комбайнирование, срез на высоте 15-20 см, частота вращения барабана 1000 – 1200 об./мин
13. Уборка соломы	Сразу после уборки пшеницы	МТЗ-80 +ПФ-0,5	-

Продолжение таблицы 14

1	2	3	4
14. Подкормка минеральными удобрениями	После уборки покровной культуры	МТЗ-80, МВУ-5, РМГ-4	Р ₆₀ К ₆₀ (если до посева внесена малая доза РК)
15. Обработка междурядий (при посеве с междурядьями 45 – 60 см)	После уборки покровной культуры	МТЗ-80, КРН-4,2	Убираются один – два средних рядка стерни стрельчатой лапой шириной 27 см на глубину 5 – 7 см
Клевер второго года жизни			
16. Обследование перезимовки растений	В начале отрастания	Агроном	Должно быть не менее 70 – 100 шт. растений на 1 м ²
17. Боронование посевов и удаление стерни	При наступлении физической спелости почвы	ДТ-75, СП-11, БЗСС-1	В один след поперек рядков
18. Рыхление междурядий (при их ширине 45 – 60 см)	Первое – в начале отрастания, второе – перед смыканием рядков	МТЗ-80 КРН-4,2	Глубина 7 – 8 см
19. Обработка посевов гербицидами (при посеве с междурядьями 30 см)	В течение 2-3 недель от начала отрастания до эмбриональной закладки соцветий у культуры	МТЗ-80, ОПШ-15	Аметил, ВРК, 0,8-1,2 л/га, расход рабочей жидкости 200 – 300 л/га, и другие разрешенные препараты
20. Обработка ядохимикатами против клеверного семяеда	не позднее фазы бутонизации	МТЗ-80, ОПШ-15	Парашют, МКС, 0,25 – 0,5 л/га, или Золон, КЭ, 3,0 л/га, и другие разрешенные препараты
21. Пчелоопыление	С начала цветения на 2 – 3 недели	Транспортные средства	Вывозят 4 – 6 пчелосемей на 1 га семенников, проводят дрессировку пчел
22. Определение сроков уборки и структуры урожайности	При побурении 50% головок	Агроном	По методике ВИК
23. Десикация	Опрыскивание при созревании 75-80 % головок	МТЗ-80 ОПШ-15	Баста, ВР, 1 – 1,5 л/га при слабой засоренности, 2 – 2,5 л/га при сильной засоренности, расход рабочей жидкости – 200-300 л/га, и другие разрешенные препараты

Продолжение таблицы 14

1	2	3	4
24. Прямое комбайнирование	В соответствии с определенным сроком	СК 5 «Нива» с приспособлением 54 – 108 А или «Доминатор»	Однофазная, высота среза 5 – 8 см, скорость до 7 км/час, 450-500 об./мин., с измельчением соломы
25. Очистка вороха, сушка и сортировка	Первичная обработка пыжины должна быть проведена не позднее 4 – 5 часов после обмолота	«Петкус», сушилки активного вентилирования, КОС-0,5	До требований посевного стандарта

Основная и предпосевная обработки почвы под яровую пшеницу с подсевом клевера схожи с обработками под ранние зерновые культуры. Отличие в том, что прикатывание проводят до посева и после посева, так как семена клевера очень мелкие.

Посев проводят семенами районированных сортов высоких репродукций, отвечающих требованиям посевного стандарта. При использовании клевера лугового на кормовые цели посев проводят рядовым способом. Норма высева покровной культуры снижается на 30-50% от нормы в чистом виде, клевер на плодородных почвах высевают 3-5 млн шт./га, на неплодородных – 5-7 млн шт./га.

Уборку покровной культуры необходимо проводить как можно раньше, чтобы быстрее освободить клевер от затенения. Солому зерновой культуры сразу же после уборки удаляют за пределы поля. Обработку пестицидами в годы использования клевера на семенных посевах проводят при превышении вредными объектами экономических порогов вредоносности, на кормовых посевах обработку не проводят.

Уборку семян клевера осуществляют прямым комбайнированием, предварительно проведя десикацию, на мягких режимах молотильного аппарата (450 – 500 об./мин.). Если

позволяют погодные условия, то возможно проведение раздельной уборки.

Обмолоченные семена транспортируют на тока, немедленно проводят предварительную очистку и сушку, либо складывают на вентилируемых площадках. При сушке необходимо правильно выбрать температурный режим (температура теплоносителя не более 60⁰С, семян – не более 45⁰С), так как белок склонен к коагуляции, вследствие чего семена теряют всхожесть.

Уборку на кормовые цели начинают в конце бутонизации – начале фазы цветения. В таком клевере содержится больше белка, в то время как при старении растений снижается содержание протеина и каротина.

3.5.6. Картофель

Лучшими предшественниками для картофеля в полевом севообороте являются озимые культуры, оборот пласта многолетних трав, вико- и горохо-овсяная смеси на зеленую массу. Картофель следует размещать, прежде всего, на почвах легких по гранулометрическому составу – легких и средних суглинках, супесях, окультуренных торфяниках с уровнем грунтовых вод к началу посадки не менее 60 – 70 см, хорошо окультуренных дерново-подзолистых и серых лесных. Тяжелые суглинки и сильно уплотненные почвы, с близким уровнем грунтовых вод, засоленные почвы не пригодны для картофеля. Сравнительно хорошо картофель переносит слабокислые почвы, особенно при внесении органических удобрений, оптимальная рН_{сол.} 5...6.

Возделывание картофеля по заворовской технологии на урожайность 20 – 25 т/га приведена в таблице 15, предшественник – озимая рожь по чистому пару.

Технология возделывания картофеля

Технологическая операция	Сроки проведения операций (агротехнические или биологические)	Машины и орудия	Технологические показатели
1	2	3	4
1. Лушение стерни, дискование многолетних трав	Вслед за уборкой стерневого предшественника, не позднее 1 декады сентября	МТЗ-80 + ЛДГ-10 Т-150 + БДТ-7	На глубину 6-8 см или на 10-12 см (на полях, засоренных многолетними сорняками)
2. Внесение минеральных удобрений	Под основную обработку почвы	МТЗ-80+ПЭ-08, МТЗ-80+РУМ-5	Рекомендуемые дозы на запланированную урожайность, с корректировкой на плодородие почвы, на значение продукции и биологические особенности культур Р ₆₀ 90К ₆₀ - 120
3. Зяблевая вспашка	Через 2-3 недели после лушения, дискования	Т-150 + ПЛН-5-35	На полную глубину пахотного слоя без борон
4. Ранневесеннее боронование	При посерении гребней зяби, выборочно	Т-150 + 18 БЗТС-1	На глубину 3-4 см, поперек или по диагонали к вспашке, в 2 следа
5. Культивация с боронованием	При наступлении физической спелости почвы	МТЗ-80 + КПС-4+ БЗСТ-1,0 РВК-3,6; ДТ-75 + РВК-5,4 (ВИП-5,6)	На легких почвах на глубину до 10 - 12 см
6. Безотвальная перепашка почвы с боронованием	За 3 – 4 дня до посадки	ДТ-75 + ПЛН-4-35	На тяжелых почвах на глубину до 16 см, без отвала с предплужником и боронами
7. Предпосадочная нарезка гребней	За 2 – 3 дня до посадки, при прогревании слоя почвы на глубине 10 см до 7-8°С	МТЗ-82 + КРН-4,2 (КРН-5,6)	Направление гребней вдоль склона, на ровных полях – с севера на юг, без стыковых междурядий трехъярусными стрельчатými лапами

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4
8. Разделение клубней на фракции, отбор загнивших клубней	За 1 – 1,5 месяца до посадки	СКСП - 50	Мелкие 25 – 50 г, Средние 51 – 80 г, Крупные – 81 – 100 г
9. Воздушно-тепловой обогрев клубней	Проращивание клубней за 1 – 1,5 месяца до посадки	На площадках	Слой в 1 – 3 клубня, температура воздуха 12...15 ⁰ С, влажность воздуха 85 – 90%
10. Протравливание клубней	Перед посадкой	ОЗГ - 12	Престиж, КС, 0,7-1л/т, Витавакс 200 ФФ, ВСК, 2 кг/т, или другие разрешенные препараты, расход рабочей жидкости – 10 л/т
11. Посадка в предварительно нарезанные гребни	При прогревании слоя почвы на глубине 10 см до 7 – 8 °С	МТЗ-82 + САЯ-4 или КСМ – 4, КСМ – 6	Норма посадки при массе клубней 81-100 г – 45-50 тыс., 51-80 г – 55-60 тыс., 25-50 г – 65-70 тыс. на 1 га, глубина заделки клубней 6-8 см в гребень высотой 14-16 см, сорта районированные
12. Довсходовые междурядные обработки с ротационными боронами	Первая – через 5-6 дней после посадки, вторая – через 5 – 7 дней после первой	МТЗ-80 + КРН-4,2 (двухъярусные плоскорежущие лапы) + БРУ – 0,7	Борьба с сорняками и поддержание почвы в рыхлом состоянии, на глубину первая – 10-12 см, вторая – 6-8 см
13. Обработка гербицидами	До появления всходов	МТЗ-80+ ОПШ-15 МТЗ-80 + ОПВ-2000	Зенкор Ультра, КС, 0,8-1,6 л/га, расход воды 200-300 л/га, или другие разрешенные препараты, при превышении ЭПВ
14. Между-рядная обработка по всходам, без борон	Через 5 – 7 дней после второй довсходовой обработки	МТЗ-80 + КРН-4,2 (двухъярусные плоскорежущие лапы)	Борьба с сорняками и поддержание почвы в рыхлом состоянии, на глубину в сухую погоду 6-8 см, во влажную – 12-14 см

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4
15. Обработка инсектицидами против колорадского жука	При появлении личинок колорадского жука, 1 – 2 обработки	МТЗ-80+ ОПШ-15 МТЗ-80 + ОПВ-2000	Децис Эксперт, КЭ, 0,05 – 0,075 л/га, расход воды 200-400 л/га, или другими разрешенными препаратами, при превышении ЭПВ
16. Окучивание посадок картофеля	Через 5 – 7 дней после предыдущей обработки при высоте растений 20 см	МТЗ-80 + КРН-4,2 (трехъярусные плоскорезные лапы)	Борьба с сорняками и поддержание почвы в рыхлом состоянии, на глубину в сухую погоду 6-8 см, во влажную – 12-14 см
17. Обработка фунгицидами против фитофторы	Первая – при смыкании рядков, последующие - с интервалом 10-14 дней	МТЗ-80+ ОПШ-15 МТЗ-80 + ОПВ-2000	Ридомил Голд Р, ВДГ, 4 – 5 кг/га, расход воды 400 – 600 л/га, и другие разрешенные препараты, при превышении ЭПВ
18. Скашивание ботвы с удалением с поля	За две недели до уборки	МТЗ - 80 + КИР – 1,5, МТЗ-80+2 ПТС-4	Высота среза 6 – 8 см, для предупреждения заболевания картофеля и прекращения оттока питательных веществ из ботвы
19. Уборка однофазная	Через две недели после скашивания ботвы, 7 – 15 сентября	КСК-4,1, ККУ-2	Рабочая скорость 2– 3 км/час

Основная обработка почвы под картофель схожа с обработками под зерновые культуры. Вслед за ранневесенним боронованием порядок обработки под картофель может быть разным, в зависимости от характера почвы. Если почва тяжелая, легко уплотняется и достаточно влажная, то нужно провести культивацию или дискование с одновременным боронованием, а перед посадкой картофеля – глубокую безотвальную вспашку. На почвах, где опасности уплотнения нет, глубокую безотвальную вспашку можно провести раньше, отказавшись от предварительной культивации. В условиях сухой весны отвальную вспашку можно заменить глубокой безотвальной обработкой плугом с предплужниками. Задача

основной допосадочной обработки – создание рыхлого горизонта почвы со скважностью более 50%, плотностью сложения не более $1,1 \text{ г/см}^3$ для тяжелых и до $1,3 \text{ г/см}^3$ для песчаных и супесчаных почв. За 2-3 дня до посадки картофеля нарезают гребни (заворовская технология) культиваторами с трехъярусными стрельчатыми лапами. Расстояние между вершинами гребня 70 см, высота гребня 14-16 см.

Подготовка клубней к посадке включает выгрузку клубней из хранилища, калибрование на фракции, отбор загнивших в процессе хранения, прогревание или проращивание и обработку защитно-стимулирующими средствами. Семенной картофель весной делят на фракции: мелкие – 25-50 г, средние – 51-80 г, крупные – 80-100 г. Посадку картофеля лучше проводить целыми клубнями, крупная фракция клубней наиболее пригодна для получения раннего картофеля. Проращивание клубней – обязательный прием подготовки при выращивании раннего картофеля. Картофель проращивают при температуре $12...15^{\circ}\text{C}$ в светлых теплых помещениях в течение 30-35 дней, а при наступлении теплой погоды – в течение 15-25 дней на открытых площадках. Перед посадкой проводят протравливание разрешенными препаратами.

Посадку картофеля необходимо проводить районированными сортами, когда почва на глубине 10 см прогреется до $7-8^{\circ}\text{C}$. Посадку проводят в предварительно нарезанные гребни на 6-8 см. Рекомендуемая густота посадки на товарные цели 45-50 тыс. клубней на 1 га, для получения урожая раннего картофеля – 55-60 тыс. клубней, на семенных участках – 70-80 тыс. клубней.

Главная задача ухода за посадками картофеля – поддержание почвы в чистом от сорняков и рыхлом состоянии. Уход начинают рано, через 5-7 дней после посадки. После-

дующие обработки проводят с таким же интервалом, всего осуществляют две довсходовые междурядные обработки, и 1-2 – по всходам. Также проводят обработки химическими препаратами против сорняков, болезней и вредителей.

Уборку начинают с удаления ботвы, для этого на семеноводческих посадках можно применить десикацию, на продовольственных – скашивание ботвы за две недели до уборки. Картофель можно убирать двумя способами: прямым – при хорошей погоде, раздельным – при повышенной влажности почвы.

После уборки при навалном хранении в хранилищах с активной вентиляцией, буртах картофель сортировать не рекомендуется. Он гораздо лучше сохраняется в земле между клубнями. При хранении в контейнерах, бункерах сортировку с разделением фракций и отделением поврежденных клубней лучше проводить с осени.

Контрольные вопросы

1. Какой порядок расположения культур по способности структурообразования в Нечерноземной зоне?
2. Что такое аллелопатия?
3. Что понимается под словосочетанием «сорт-взаимострахователь»?
4. Что такое севооборот?
5. Какие перспективы совершенствования пашни и севооборотов можно обозначить?
6. Какие преимущества и недостатки отвальной системы обработки почвы?
7. Перечислит и дайт характеристику подсистемам мульчирующей системы обработки почвы.
8. Какие преимущества и недостатки нулевой системы обработки почвы?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленное учебное пособие обобщает большой материал по вопросам программирования урожайности и адаптивного растениеводства и затрагивает как теоретические, так и практические аспекты адаптивных технологий возделывания полевых культур в Пермском крае. Также знакомит обучающихся с критериями программирования урожайности культур и методами их расчета, с предпосылками развития и стратегией адаптивного растениеводства. В отдельной главе пособия приведены технологии получения запрограммированных урожаев в адаптивном растениеводстве.

Представленный в учебном пособии материал позволит обучающимся самостоятельно подготовиться к текущему и итоговому контролю знаний по вопросам программирования урожайности и адаптивного растениеводства. Приведенные контрольные вопросы помогут лучше закрепить изученный материал.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авров, О. Е. Агрометеорологические аспекты использования азота бобовыми растениями при внесении соломы / О. Е. Авров // Круговорот и баланс азота в системе почва – удобрение – растение – вода. – Москва : Наука, 1979. – С. 39–42.
2. Агроклиматические ресурсы Пермской области. – Ленинград : Гидрометеоиздат, 1979. – 135 с.
3. Адаптивное растениеводство : учебное пособие для вузов / В. Н. Наумкин, А. С. Ступин, Н. А. Лопачев [и др.]. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 356 с.
4. Акманаев, Э. Д. Биологические и агротехнические факторы формирования урожая зеленой массы клевера лугового при разных нормах высева : специальность 06.01.09 «Растениеводство» : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Акманаев Эльмарт Данифович ; Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 2002. – 152 с.
5. Алферов, А. А. Ассоциативный азот, урожай и устойчивость агроэкосистемы / А. А. Алферов ; Российская академия наук. – Москва : РАН, 2020. – 184 с.
6. Альтернативные системы земледелия : учебное пособие / А. А. Корчагин, М. А. Мазиров, Л. А. Гафурова, Г. Т. Джалилова ; Владимирский государственный университет. – Владимир : ВлГУ, 2020. – 167 с.
7. Амирова, Л. П. Применение Агата–25К для защиты яровых зерновых культур против корневых гнилей / Л. П. Амирова // Эффективность адаптивных технологий : материалы научно-производственной конференции, проходившей в СХПК имени Мичурина Вавожского района (Ижевск, 1 января – 31 декабря 2003 года) / Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – Ижевск : ИжГСХА, 2003. – С. 3–7.
8. Апарин, Б. Ф. Дегградация почв мира / Б. Ф. Апарин // Сельская жизнь. – 2006. – 20–26 апреля (№30). – С. 10–12.
9. Базаров, Е. А. Агрозооэнергетика / Е. А. Базаров, Ю. А. Широков. – Москва : Агропромиздат, 1987. – 156 с.
10. Баздырев, Г. И. Регулирование фитосанитарного потенциала в звеньях системы земледелия / Г. И. Баздырев // Система земледелия Нечерноземной зоны: обоснование, разработка, освоение / Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева ; составители: Г. И. Баздырев [и др.]. – Москва : МСХА, 1993. – С. 49–86.
11. Батуев, С. А. Урожайность и кормовая продуктивность культур в звене «клевер – зерновые» при укосном и сидеральном использовании клевера : специальность 06.01.09 «Растениеводство» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Батуев Сергей Анатольевич ; Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 2007. – 18 с.
12. Бекаревич, Н. Е. Рационализация земледелия на черноземе / Н. Е. Бекаревич // Человек и земля. – Москва : Агропромиздат, 1988. – С. 314–318.
13. Биология. Толковый словарь с английским эквивалентом / В. П. Андреев, А. Г. Марков, Г. И. Дубенская, Е. Ф. Сороколетова. – Санкт-Петербург : Лань, 1999. – 447 с.
14. Бондаренко, Н. Ф. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур как фактор интенсификации и стабилизации растениеводства: лекция /

Н. Ф. Бондаренко, И. А. Швытов ; Ленинградский сельскохозяйственный институт. – Ленинград : ЛСХИ, 1987. – 20 с.

15. Бонитировка почв Западной Сибири / редактор Н. Ф. Тюменцев. – Новосибирск : Наука, 1975. – 195 с.

16. Бояршинова, Е. В. Урожайность и качество семян сортов льна масличного в зависимости от приёмов уборки в Среднем Предуралье : специальность 4.1.1 «Общее земледелие и растениеводство» : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Бояршинова Елена Вадимовна ; Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 2022. – 164 с.

17. Брей, С. Азотный обмен в растениях / С. Брей ; перевод с английского и предисловие Э. Е. Хавкина. – Москва : Агропромиздат, 1986. – 200 с.

18. Бутенко, М. С. Влияние биогумуса на урожайность и потребительские качества картофеля в условиях Красноярской лесостепи / М. С. Бутенко // Инновационные тенденции развития российской науки : материалы XI международной научно-практической конференции молодых ученых (Красноярск, 10–11 апреля 2018 года) : в 2 частях / Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск : КрГАУ, 2018. – Часть 1. – С. 10–12.

19. Ващуков, Л. И. Развитие сельского хозяйства СССР: цифры и факты / Л. И. Ващуков. – Москва : Финансы и статистика, 1986. – 95 с.

20. Вершинина, Т. С. Урожайность и качество зерна озимых зерновых культур в зависимости от срока посева в лесной зоне Среднего Предуралья : специальность 06.01.01 «Общее земледелие, растениеводство» : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Вершинина Татьяна Сергеевна ; Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 2019. – 201 с.

21. Возняковская, Ю. М. Почвенно-микробиологические процессы в севооборотах / Ю. М. Возняковская, О. А. Берестецкий // Биологические основы плодородия почвы / редактор О. А. Берестецкого. – Москва : Колос, 1984. – С. 188–233.

22. Гаврилюк, Ф. Я. Бонитировка почв / Ф. Я. Гаврилюк. – Москва : Высшая школа, 1974. – 271 с.

23. Галиев, К. Х. Дозы и способы применения полифункционального состава с микроэлементами (ЖУСС–2) на семенниках клевера лугового в Предкамской зоне Республики Татарстан : специальность 06.01.04 «Агрохимия» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Галиев Камилъ Хакимзянович ; Казанская государственная сельскохозяйственная академия. – Казань, 2004. – 16 с.

24. Гареев, Р. Г. Основные направления и факторы повышения плодородия почв в Республике Татарстан / Р. Г. Гареев // Роль почвы в формировании ландшафтов : материалы международной конференции (Казань 9–12 июня 2003 года) / Академия наук Республики Татарстан. – Казань : Фэн, 2003. – С. 294–301.

25. Генетика симбиотической азотфиксации с основами селекции / редакторы: И. А. Тихановича, Н. А. Проворова. – Санкт-Петербург : Наука, 1988. – 194 с.

26. Генетические основы селекции клубеньковых бактерий / Б. В. Симаров, А. А. Аронштам, Н. И. Новикова [и др.] – Ленинград : Агропромиздат, 1990. – 192 с.

27. Горынцев, А. В. Приемы формирования высокопродуктивных кормовых травостоев козлятника восточного в одновидовом и смешанных посевах с

другими многолетними бобовыми и злаковыми травами в Предуралье : специальность 06.01.09 «Растениеводство» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Горынцев Александр Владимирович ; Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 2000. – 23 с.

28. Дадыкин, В. Да здравствуют «Старатели»! / В. Дадыкин // Наука и жизнь. – 2003. – № 6. – С. 78–80.

29. Довбан, К. И. Зеленое удобрение / К. И. Довбан. – Москва : Агропромиздат, 1990. – 208 с.

30. Доросинский, Л. М. Бактериальные удобрения – дополнительное средство повышения урожая / Л. М. Доросинский. – Москва : Россельхозиздат, 1965. – 173 с.

31. Доросинский, Л. М. Биологический азот и его роль в земледелии / Л. М. Доросинский // Агрономическая микробиология / редактор Г. С. Муромцева. – Ленинград : Колос, 1976. – С. 83–125.

32. Доросинский, Л. М. Клубеньковые бактерии и нитрагин / Л. М. Доросинский. – Ленинград : Колос, 1970. – 192 с.

33. Доросинский, Л. М. Нитрагинизация бобовых и ее эффективность / Л. М. Доросинский // Биологический азот и его роль в земледелии. – Москва : Наука, 1967. – С. 123–145.

34. Дрѐ, Ф. Экология / Ф. Дрѐ. – Москва : Атомиздат, 1976. – 164 с.

35. Елисеев, С. Л. Агротехнические и биологические основы повышения семенной и кормовой продуктивности вико- и горохо-злаковых агрофитоценозов в Предуральском регионе Нечерноземной зоны России : специальность 06.01.09 «Растениеводство» : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Елисеев Сергей Леонидович ; Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 2002. – 34 с.

36. Емцов, В. Т. Микробиология : учебник для вузов / В. Т. Емцов, Е. Н. Мишустин. – Москва : Дрофа, 2005. – 445 с.

37. Жигжитова, И. А. Рекомендации по получению и применению вермикомпостов (биогумуса) для повышения урожая и качества сельскохозяйственных культур / И. А. Жигжитова, Т. М. Корсунова ; Бурятская государственная сельскохозяйственная академия. – Улан-Удэ : БГСХА, 1999. – 19 с.

38. Жученко, А. А. Адаптивное растениеводство (экологические основы) / А. А. Жученко. – Кишинев : Штиинца, 1990. – 432 с.

39. Жученко, А. А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства (концепция) / А. А. Жученко ; Российская академия наук. – Пушкино : РАН, 1994. – 148 с.

40. Завалин, А. А. Потоки азота в агроэкосистеме: от идей Д. Н. Прянишникова до наших дней / А. А. Завалин, О. А. Соколов ; Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д. Н. Прянишникова. – Москва : ВНИИА, 2016. – 591 с.

41. Завалин, А. А. Экология азотфиксации / А. А. Завалин, О. А. Соколов, Н. Я. Шмырева ; Российская академия наук. – Москва : РАН, 2019. – 252 с.

42. Захаренко, А. В. Теоретические и технологические основы формирования высокопродуктивных агроландшафтов / А. В. Захаренко // Земледелие. – 2004. – № 1. – С. 16–19.

43. Захарова, А. Н. Влияние сорта, азота и нормы высева на урожайность зерна бобово-ячменных смесей в Предуралье : специальность 06.01.09 «Растение-

водство» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Захарова Анастасия Николаевна ; Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 2009. – 18 с.

44. Зернобобовые культуры : монография / Д. Шпаар, Ф. Эллмер, А. Постников [и др.] – Минск : Аинформ, 2000. – 264 с.

45. Использование биологически активных веществ / В. Н. Буров, А. И. Сметник, Е. М. Шумаков, Н. И. Петрушова // Интегрированная защита растений / редакторы: Ю. Н. Фадеева, К. В. Новожилова. – Москва : Колос, 1981. – С. 188–207.

46. Кант, Г. Биологическое растениеводство: возможности биологических агросистем / перевод с немецкого Г. Кант. – Москва : Агропромиздат, 1988. – 207 с.

47. Каримов, Н. З. Способ оптимального размещения семенных посевов люцерны на местности / Н. З. Каримов // Эффективность адаптивных технологий: материалы научно-производственной конференции проходившей в СХПК имени Мичурина Вавожского района (Ижевск, 1 января–31 декабря 2003 года) / Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – Ижевск : ИжГСХА, 2003. – С. 33–35.

48. Кениг, Г. Р. Программирование урожайности сельскохозяйственных культур в Предуралье : методическая разработка / Г. Р. Кениг, И. В. Осокин. – Пермь : Пермоблмашинформ, 1987. – 46 с.

49. Кирюшин, В. И. Агротехнологии / В. И. Кирюшин, С. В. Кирюшин. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 464 с.

50. Кирюшин, В. И. Классификация почв и агроэкологическая типология земель : учебное пособие для вузов / В. И. Кирюшин. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 284 с.

51. Кирюшин, В. И. Экологизация земледелия и технологическая политика / В. И. Кирюшин ; Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева. – Москва : МСХА, 2000. – 472 с.

52. Кирюшин, В. И. Экологические основы растениеводства / В. И. Кирюшин. – Москва : Колос, 1996. – 367 с.

53. Клевенская, И. Л. Актуальная активность азотфиксации и ее искусственная стимуляция / И. Л. Клевенская, Н. М. Мозжерин // Применение ¹⁵N в агрохимических исследованиях. – Новосибирск : Наука, 1985. – С. 124–125.

54. Коконов, С. И. Продуктивность и степень поражения корневой гнилью ячменя БИОС 1 при разной предпосевной обработке семян / С. И. Коконов // Эффективность адаптивных технологий: материалы научно-производственной конференции, проходившей в СХПК имени Мичурина Вавожского района (Ижевск, 1 января–31 декабря 2003 года) / Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – Ижевск : ИжГСХА, 2003. – С. 41–44.

55. Кольбе, Г. Солома как удобрение : перевод с немецкого / Г. Кольбе, Г. Штумне. – Москва : Колос, 1972. – 88 с.

56. Косолапова, А. И. Агроэкологические аспекты устойчивости агроэко-системы в Предуралье : специальность 06.01.01 «Общее земледелие» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Косолапова Антонина Ильинична ; Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 2007. – 42 с.

57. Косолапова, А. И. Основные приемы возделывания новой в Предуралье культуры донника белого : специальность 06.01.09 «Растениеводство» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйствен-

ных наук / Косолапова Антонина Ильинична ; Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 1983. – 18 с.

58. Кретович, В. Л. Усвоение и метаболизм азота у растений / В. Л. Кретович. – Москва : Наука, 1987. – 486 с.

59. Кудеяров, В. Н. Цикл азота в почве и эффективность удобрений / В. Н. Кудеяров. – Москва : Наука, 1989. – 216 с.

60. Курылев, М. В. Влияние биологических фунгицидов на зараженность яровой пшеницы корневыми гнилями и пыльной головней / М. В. Курылев, А. Г. Курылев // Адаптивные технологии в растениеводстве : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 50-летию агрономического факультета (Ижевск, 18–19 ноября 2004 года) / Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – Ижевск : ИжГСХА, 2005. – С. 173–178.

61. Кутакова, А. Р. Усвоение атмосферного азота горохом и клевером и продуктивность звеньев севооборота с бобовыми и злаковыми культурами при разных дозах азотных удобрений : специальность 06.01.09 «Растениеводство» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Кутакова Альбина Романовна ; Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 1978. – 18 с.

62. Лейних, П. А. Влияние дозы и соотношений минеральных удобрений на урожайность и качество сортов ячменя (Эколог, БИОС-1, Сонет) на дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве : специальность 06.01.04 «Агрохимия» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Лейних Павел Альбертович ; Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 2005. – 24 с.

63. Мартьянов, С. П. Урожайность культур и их кормовые качества в зернотравяных севооборотах с различным насыщением бобовыми и мятликовыми травами : специальность 06.01.09 «Растениеводство» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Мартьянов Сергей Павлович ; Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 1987. – 23 с.

64. Мешков, Н. В. Продуктивность фиксации азота атмосферы бобовыми растениями на дерново-подзолистой почве в условиях вегетационного опыта / Н. В. Мешков // Баланс азота в дерново-подзолистых почвах. – Москва : Наука, 1966. – С. 183–210.

65. Миннулин, Г. С. Микроэлементное питание рапса : монография / Г. С. Миннулин. – Казань : Казанский университет, 2003. – 180 с.

66. Миркин, Б. М. Растительные сообщества наших полей / Б. М. Миркин, Ю. А. Злобин. – Москва : Знание, 1990. – 64 с.

67. Миркин, Б. М. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии / Б. М. Миркин, Г. С. Розенберг, Л. Г. Наумова. – Москва : Наука, 1989. – 223 с.

68. Митрофанова, Е. М. Агроэкологические аспекты снижения отрицательного влияния кислотности почв в условиях адаптивно-ландшафтного земледелия Предуралья : специальность 06.01.04 «Агрохимия» : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Митрофанова Екатерина Михайловна ; Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 2011. – 43 с.

69. Михновский, В. К. Роль симбиотической фиксации азота бобовыми растениями в азотном балансе дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы / В. К. Михновский, А. К. Ярцева, А. В. Морозова // Биологический азот и его роль в земледелии. – Москва : Наука, 1967. – С. 162–176.

70. Мишустин, Е. Н. Азотный баланс в почвах СССР / Е. Н. Мишустин // Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. – Москва : Наука, 1985. – С. 3–11.

71. Мишустин, Е. Н. Введение / Е. Н. Мишустин, А. В. Петербургская // Биологическая фиксация атмосферного азота. – Москва : Наука, 1968. – С. 7–21.

72. Мокрушина, А. В. Урожайность и кормовые качества семян сортов ярового рапса в зависимости от доз минеральных удобрений в Среднем Предуралье : специальность 06.01.01 «Общее земледелие, растениеводство» : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Мокрушина Алена Витальевна ; Башкирский государственный аграрный университет. – Пермь, 2019. – 192 с.

73. Мудрых, Н. М. Совершенствование системы севооборотов и удобрений на основе агроэкологической типизации земель в Нечерноземной зоне (Пермский край) / Н. М. Мудрых, И. А. Самофалова, А. Н. Чашин // Агрехимический вестник. – 2021. – № 6. – С. 23–28.

74. Муртазин, М. Г. Препарат ЖУСС в системе защиты растений яровой пшеницы / М. Г. Муртазин, И. А. Гайсин // Роль почвы в формировании ландшафтов : материалы международной конференции (Казань, 9–12 июня 2003 года) / Академия наук Республики Татарстан. – Казань : Фэн, 2003. – С. 406–407.

75. Назарюк, В. М. Почвенно-экологические основы оптимизации питания растений / В. М. Назарюк ; Сибирское отделение Российской академии наук. – Новосибирск : СО РАН, 2007. – 364 с.

76. Наумова, А. Н. Азотобактерин и его эффективность / А. Н. Наумова // Биологический азот и его роль в земледелии. – Москва : Наука, 1967. – С. 266–280.

77. Несторенко, С. Н. Использование биогумуса при выращивании полевых культур / С. Н. Несторенко, Т. А. Мудрая, М. С. Хроленок // Вестник Луганского государственного педагогического университета. Серия 4. Биология. Медицина. Химия. – 2022. – № 4. – С. 11–16.

78. Новичков, В. Л. Влияние иммунизаторов растений на продуктивность и качество картофеля в условиях Предкамья Республики Татарстан : специальность 06.01.09 «Растениеводство» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Новичков Виталий Леонидович ; Казанская государственная сельскохозяйственная академия. – Казань, 2004. – 15 с.

79. Образцов, А. С. Системный метод: применение в земледелии / А. С. Образцов. – Москва : Агропромиздат, 1990. – 303 с.

80. Овсянников, Ю. А. Теоретические основы эколого-биосферного земледелия / Ю. А. Овсянников ; Уральский государственный университет. – Екатеринбург : УрГУ, 2000. – 264 с.

81. Органическое земледелие : учебное пособие : в 2 частях. Часть 1 / Донской государственный аграрный университет ; составители: С. С. Авдеенко [и др.]. – Персиановский : Донской ГАУ, 2020. – 176 с.

82. Осокин, И. В. Программирование урожаев и адаптивное растениеводство Предуралья : учебное пособие / И. В. Осокин, А. С. Богатырева, Н. Н. Яркова ; Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь : Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2012. – 222 с.

83. Осокин, И. В. Роль бобовых и злаковых культур в производстве кормового белка и программирование белковой продуктивности агрофитоценозов в Предуральском регионе Нечерноземной зоны России : специальность 06.01.09 «Растениеводство» : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Осокин Иван Васильевич ; Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 1998. – 26 с.

84. Охорзин, Н. Д. Структура почвенного покрова как основа типизации и мониторинга современных агроландшафтов центральной части Вятского Урала / Н. Д. Охорзин // Роль почв в формировании ландшафтов : материалы международной конференции (Казань, 9–12 июня 2003 года) / Академия наук Республики Татарстан. – Казань : Фэн, 2003. – С. 195–198.

85. Павлов, И. Ф. Защита полевых культур от вредителей / И. Ф. Павлов. – Москва : Россельхозиздат, 1983. – 224 с.

86. Павлов, М. А. Влияние биологически активных веществ на урожайность и качество семенного картофеля / М. А. Павлов, Ю. В. Митрюкова, Д. Л. Байков // Эффективность адаптивных технологий : материалы научно-производственной конференции, проходившей в СХПК имени Мичурина Вавожского района (Ижевск, 1 января–31 декабря 2003 года) / Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – Ижевск : ИжГСХА, 2003. – С. 110–115.

87. Панкратова, Е. М. Агрэкологический потенциал цианобактерий / Е. М. Панкратова // Аграрная наука Северо-Востока Европейской части России на рубеже тысячелетий – состояние и перспективы : сборник научных трудов / Вятская государственная сельскохозяйственная академия. – Киров : КОГУП, 2000. – Том 1. – С. 18–25.

88. Пегова, Н. А. Повышение продуктивности дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы за счет биологизации и противоэрозионной обработки почвы : специальность 06.01.01 «Общее земледелие, растениеводство» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Пегова Нина Аркадьевна ; Удмуртский государственный научно-исследовательский институт сельского хозяйства. – Пермь, 2008. – 23 с.

89. Петухов, М. П. Применение удобрений в Предуралье / М. П. Петухов, В. Н. Прокошев. – Пермь : Пермское книжное издательство, 1964. – 368 с.

90. Пешина, Ю. С. Приемы возделывания ярового рапса в промежуточных посевах с озимыми культурами в Среднем Предуралье : специальность 06.01.01 «Общее земледелие, растениеводство» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Пешина Юлия Сергеевна ; Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова. – Уфа, 2014. – 19 с.

91. Пинаева, М. И. Агрэкологическое обоснование различных методов расчета доз минеральных удобрений и применения соломы в зернопаровом звене полевого севооборота : специальность 06.01.04 «Агрохимия» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Пинаева Мария Игоревна ; Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова. – Казань, 2019. – 19 с.

92. Пиневиц, В. В. Массовое культивирование синезеленых азотфиксирующих водорослей / В. В. Пиневиц, Н. Г. Ковачева // Биологический азот и его роль в земледелии. – Москва : Наука, 1967. – С. 342–354.

93. Попова, С. И. Производство и применение органических удобрений / С. И. Попова // Агрохимия на службе урожая. – Пермь : Пермское книжное издательство, 1981. – С. 39–64.
94. Посыпанов, Г. С. Биологический азот / Г. С. Посыпанов // Растениеводство. – Москва : Колос, 1987. – С. 19–28.
95. Прокошев, В. Н. Полевые культуры Предуралья / В. Н. Прокошев. – Пермь : Пермское книжное издательство, 1968. – 365 с.
96. Прокошев, В. Н. Роль бобовых культур в балансе азота дерново-подзолистых почв Предуралья / В. Н. Прокошев, Н. А. Корляков, И. В. Осокин // Почвоведение. – 1973. – № 11. – С. 63–69.
97. Прянишников, Д. Н. Избранные сочинения : в 3 томах. Том 2. Азот в жизни растений и в земледелии СССР / Д. Н. Прянишников. – Москва : Сельхозгиз, 1953. – 519 с.
98. Райс, Э. Природные средства защиты растений от вредителей / Э. Райс. – Москва : Колос, 1986. – 68 с.
99. Растениеводство : учебник / редактор Г. С. Посыпанов. – Москва : КолосС, 2006. – 612 с.
100. Реймерс, Н. Ф. Экологические предпосылки сельского хозяйства будущего / Н. Ф. Реймерс // Человек и земля. – Москва : Агропромиздат, 1988. – С. 299–303.
101. Свентицкий, И. И. Биоэнергетика и продуктивность (о путях снижения затрат энергии при получении сельскохозяйственной продукции) / И. И. Свентицкий. – Москва : Знание, 1982. – 64 с.
102. Селиванов, С. Н. Опыт качественной оценки (бонитировки) почв пахотных угодий Пермской области : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Селиванов Степан Николаевич ; Пермский государственный сельскохозяйственный институт имени академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 1969. – 268 с.
103. Семенов, В. А. Качественная оценка сельскохозяйственных земель / В. А. Семенов. – Москва : Колос, 1970. – 158 с.
104. Сенокосов, М. М. Оценка действия азотных удобрений на зернофуражных культурах, выращиваемых после клевера лугового 2 г.п. на дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почвах Предуралья специальность 06.01.04 «Агрохимия» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Сенокосов Михаил Михайлович ; Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 2009. – 18 с.
105. Серёгин, М. В. Способы посева и нормы высева компонентов как приемы регулирования конкуренции в сортовой агротехнике вики посевной на зерно : специальность 06.01.09 «Растениеводство» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Серёгин Михаил Васильевич ; Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 2007. – 18 с.
106. Сидорова, В. В. Биологическая фиксация атмосферного азота / В. В. Сидорова // Азот в земледелии нечерноземной полосы / редактор Н. А. Сапожникова. – Ленинград : Колос, 1973. – С. 94–112.
107. Система биологизации земледелия Нечерноземной зоны России : в 2 частях. Часть 1 / редакторы: В. Ф. Мальцева, М. К. Каюмова. – Москва : Росинформагротех, 2002. – 544 с.

108. Системный анализ в виноградарстве / редактор С. Г. Бондаренко. – Кишинев : Штиинца, 1990. – 231 с.

109. Скрябин, А. А. Формирование урожайности и густоты стеблестоя картофеля при разной густоте посадки и приёмах предпосадочной обработки почвы в Предуралье : специальность 06.01.09 «Растениеводство» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Скрябин Андрей Аркадьевич ; Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 2007. – 19 с.

110. Скрябина, О. А. Водная эрозия почвы и борьба с ней / О. А. Скрябина. – Пермь : Пермское книжное издательство, 1990. – 246 с.

111. Сравнительная урожайность клевера лугового и многолетних злаковых трав разной скороспелости при разных способах посева на дерново-подзолистых почвах Предуралья / Э. Д. Акманаев, Д. Л. Башкирцев, В. М. Макарова, В. М. Холзаков // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 1. – С. 4–6.

112. СССР и зарубежные страны 1987 : статистический сборник. – Москва : Финансы и статистика, 1988. – 382 с.

113. Степанов, А. Ф. Продуктивность и азотфиксирующая способность козлятника восточного при предпосевной обработке семян разными штаммами клубеньковых бактерий в подтаежной зоне Западной Сибири / А. Ф. Степанов, С. Ю. Храмов // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2020. – № 4. – С. 59–67.

114. Съедят ли дождевые черви Америку? // Наука и жизнь. – 2003. – № 10. – С. 56–57.

115. Сысуев, В. А. Методы повышения агробиоэнергетической эффективности растениеводства / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухмедьяров ; Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока. – Киров : НИ-ИСХ Северо-Востока, 2001. – 216 с.

116. Тайчинов, С. Н. Система бонитировки земель и бонитировочная классификация почв / С. Н. Тайчинов // Качественная оценка (бонитировка) почв. – Уфа : Башкирское книжное издательство, 1967. – С. 21–45.

117. Тарасов, А. Л. Влияние азотного удобрения и биопрепаратов на продуктивность сортов ячменя в условиях Верхневолжья : специальность 06.01.04 «Агрохимия», 06.01.09 «Растениеводство» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Тарасов Алексей Леонидович ; Научно-исследовательский институт сельского хозяйства центральных районов Нечерноземной зоны. – Немчиновка, 2005. – 21 с.

118. Теоретические основы и пути регулирования плодородия почв / Л. Л. Шишов, Д. Н. Дурманов, И. И. Карманов, В. В. Ефремов. – Москва : Агропромиздат, 1991. – 304 с.

119. Терентьева, Л. С. Реакция вико-ячменной смеси на приемы предпосевной обработки почвы в Предуралье : специальность 06.01.09 «Растениеводство» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Терентьева Людмила Сергеевна ; Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 2011. – 19 с.

120. Терентьев, В. А. Сравнительная продуктивность однолетних бобовых и злаковых агрофитоценозов при возделывании на кормовое зерно в Предуралье : специальность 06.01.09 «Растениеводство» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Терентьев Валерий

Александрович ; Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 2009. – 18 с.

121.Тооминг, Х. Г. Солнечная радиация и формирование урожая / Х. Г. Тооминг. – Ленинград : Гидрометеоздат, 1977. – 35 с.

122.Тюрюканов, А. Н. О чем говорят и молчат почвы / А. Н. Тюрюканов. – Москва : Агропромиздат, 1990. – 224 с.

123.Умаров, М. М. Ассоциативная азотфиксация / М. М. Умаров ; Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова. – Москва : МГУ, 1986. – 136 с.

124.Фадеев, Ю. Н. Принципы интегрированной защиты растений / Ю. Н. Фадеев, К. В. Новожилов, Т. Байку // Интегрированная защита растений / редакторы: Н. Н. Фадеева, К. В. Новожилова. – Москва : Колос, 1981. – С. 19–49.

125.Фатыхов, И. Ш. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур в условиях Западного Предуралья / И. Ш. Фатыхов ; Ижевский сельскохозяйственный институт. – Ижевск : ИжСХИ, 1991. – 69 с.

126.Фатьянов, А. С. Агрочувственное районирование и относительная оценка почв / А. С. Фатьянов // Почвоведение. – 1959. – № 6. – С. 16–22.

127.Филиппова, А. П. Эффективность вермикомпоста на озимой ржи и яровой пшенице в условиях Предуралья : специальность 06.01.04 «Агрохимия» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Филиппова Алевтина Павловна ; Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 2000. – 16 с.

128.Фомин, Д. С. Влияние приема основной обработки почвы на урожайность и продуктивность зерновых культур в Предуралье : специальность 06.01.01 «Общее земледелие» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Фомин Денис Станиславович ; Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 2011. – 17 с.

129.Цифровая трансформация сельского хозяйства России / А. Г. Архипов, М. И. Горбачев, С. Н. Косогор [и др.]. – Москва : Росинформагротех, 2019. – 80 с.

130.Чемарова, А.С. Продуктивность травяного звена кормового севооборота при покровном и беспокровном посевах озимых и яровых многолетних трав : специальность 06.01.09 «Растениеводство» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Чемарова Анастасия Сергеевна ; Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 2009. – 22 с.

131.Черепков, Н. И. Круговорот биологического азота в сельском хозяйстве СССР / Н. И. Черепков // Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. – Москва : Наука, 1985. – С. 37–40.

132.Чирков, С. В. Влияние приемов использования регуляторов роста на урожайность яровой пшеницы в Предуралье : специальность 06.01.09 «Растениеводство» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Чирков Сергей Владимирович ; Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 2009. – 17 с.

133.Чундерова, А. И. Роль биологического азота в повышении плодородия почвы / А. И. Чундерова, О. А. Берестецкий, Л. М. Доросинский // Биологические основы плодородия почвы / редактор О. А. Берестецкий. – Москва : Колос, 1984. – С. 128–187.

134. Шабаев, А. И. О повышении уровня адаптивности ландшафтно-экологических систем земледелия / А. И. Шабаев // Земледелие. – 2005. – № 3. – С. 11-12.

135. Шабалина, Е. В. Продуктивность одновидовых и смешанных травостоев в звене кормового севооборота и их влияние на агрофизические свойства почвы в Кировской области : специальность 06.01.01 «Общее земледелие» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Шабалина Екатерина Валерьевна ; Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 2012. – 17 с.

136. Шакиров, Р. С. Использование соломы зерновых культур для повышения плодородия почвы и продуктивности пашни / Р. С. Шакиров // Роль почвы в формировании ландшафтов : материалы международной научной конференции, посвященной 75-летию кафедры почвоведения Казанского государственного университета (Казань, 9–12 июня 2003 года) / Академия наук Республики Татарстан. – Казань : Фэн, 2003. – С. 490–493.

137. Шатилов, И. С. Агрофизические, агрометеорологические и агротехнические основы программирования урожая / И. С. Шатилов, А. Ф. Чудновский. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1980. – 320 с.

138. Шильникова, В. К. Микроорганизмы – азотонакопители на службе растений / В. К. Шильникова, Е. Я. Серова. – Москва : Наука, 1983. – 150 с.

139. Шишкин, А. А. Урожайность и кормовые качества семян ярового рапса сорта Ратник и гибрида Смилла в зависимости от способа посева и нормы высева в Среднем Предуралье : специальность 06.01.01 «Общее земледелие, растениеводство» : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Шишкин Алексей Анатольевич ; Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 2021. – 174 с.

140. Эффективность биологизации земледелия в условиях Республики Татарстан / А. И. Хайруллин, Х. Х. Хабибрахманов, Р. З. Набиуллин [и др.] // Роль почвы в формировании ландшафтов : материалы международной научной конференции, посвященной 75-летию кафедры почвоведения Казанского государственного университета (Казань, 9–12 июня 2003 года) / Академия наук Республики Татарстан. – Казань : Фэн, 2003. – С. 452–455.

141. Юркин, С. Н. Повышение эффективности удобрений в интенсивном земледелии / С. П. Юркин. – Москва : Россельхозиздат, 1979. – 198 с.

142. Ягодин, Б. А. Теоретические основы фиксации молекулярного азота и роль биологического азота в земледелии СССР : лекция / Б. А. Ягодин ; Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева. – Москва : МСХА, 1981. – 44 с.

143. Ямалтдинова, В. Р. Влияние систем удобрений на продуктивность полевого севооборота и свойства дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы Вятско-Камской земледельческой провинции : специальность 06.01.04 «Агрохимия» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Ямалтдинова Венера Рафхатовна ; Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 2011. – 18 с.

144. Яркова, Н. Н. Сортовые особенности формирования урожайности и посевных качеств семян яровых зерновых культур в Предуралье : специальность 06.01.09 «Растениеводство» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Яркова Надежда Николаевна ;

Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 2011. – 18 с.

145. Dakora, F. D. Contribution of legume nitrogen fixation to sustainable agriculture in Sub-Saharan Africa / F. D. Dakora, S. O. Keya // *Soil Biology and Biochemistry*. – 1997. – N 29. – P. 809–817.

146. Development of Organic Agriculture in Central Asia // *Proceedings of the International, 22–24 August 2017, Tashkent, Samarkand, Uzbekistan*. – Tashkent, Uzbekistan : FAO, 2018. – 352 p.

147. Keyser, H. Potential for increasing biological nitrogen fixation in soybean / H. Keyser, L. Fudi // *Plant and Soil*. – 1992. – Volume 141, N 2. – P. 119–135.

148. Land use in agriculture by the numbers : website / Food and Agriculture Organization of the United Nations // *News*. – 2020. – 7 May. – URL: <https://www.fao.org/sustainability/news/detail/en/c/1274219> (дата обращения: 29.02.2024).

149. The State of Food Security and Nutrition in the World 2020 // *Transforming food systems for affordable healthy diets*. – Rome, Italy : FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO, 2020. – 320 p.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ

Агробиоценоз, агроценоз – это биогеоценоз, созданный человеком, преобразованное из естественного и регулярно поддерживаемое человеком сообщество организмов.

Агроландшафт – модифицированные антропогенными воздействиями природные ландшафты.

Агроландшафт – это исторически сложившаяся антропогенно трансформированная для сельскохозяйственного использования геосистема, формируемая с целью наиболее эффективной и экологически безопасной эксплуатации природных и антропогенных ресурсов для производства экономически и социально обусловленного количества и качества сельскохозяйственной продукции.

Агрофитоценоз – совокупность сорных и культурных растений, обитающих на территориях, занятых искусственными посадками: пашней, огородами и т.п.

Агроэкологически однотипные территории – это объединение сравнительно однородных по геоморфологии, литологии, типу почвы, гидрологическому режиму, климату (микроклимату) и другим показателям зон, районов, массивов.

Агроэкосистема – безранговое понятие, совокупность биогенных и абиогенных компонентов участка суши, используемого для производства сельскохозяйственной продукции (растительной и животной).

Адаптация (в биологии) – особые свойства (морфологические, физиологические и др.), обеспечивающие выживание и размножение организмов в конкретных условиях.

Адаптивный потенциал – это способность организмов к выживанию и воспроизведению благодаря взаимосвязанному функционированию генетических систем онтогенетической и филогенетической адаптации.

Азотфиксация – фиксация молекулярного атмосферного азота.

Аллелопатия – (от др.-греч. (allelon) – *взаимно* и (pathos) – *страдание*) – свойство растений и микроорганизмов выделять органические соединения, которые тормозят развитие других растений или микроорганизмов.

Альголизация – это внесение в почву культуры сине-зеленых водорослей.

Альтернативное биологическое земледелие – выдвижение на первый план в планировании технологических мероприятий по выращиванию культур биологических факторов интенсификации, таких как биологический азот, рыхление и оструктуривание почвы корнями растений, мелкими почвообитающими животными и почвенными микроорганизмами, биологическая борьба с вредными организмами и т.д.

Базовая технология – совокупность взаимосвязанных технологических операций по возделыванию сельскохозяйственной культуры (с заданными количественными, качественными характеристиками и технико-экономическими показателями), выполняемых в наиболее типичных условиях данной агроэкологической группы земель.

Биологический метод защиты растений – целенаправленное использование вирусов, бактерий, грибов, насекомых, нематод, птиц для избирательного уничтожения сорняков, вредителей и болезней.

Вермикомпостирование – экологически безопасная переработка различных органических отходов и получение массы экскрементов дождевых компостных червей.

Вермикомпосты – ценное органическое удобрение.

Вермикультивирование – размножение дождевых компостных червей или получение их биомассы.

Вермитехнология – система организационно-технологических мероприятий по культивированию дождевых компостных червей на разных субстратах в конкретных экологических условиях, по обработке и применению копролита и биомассы червей в сельском хозяйстве.

Действительно возможная урожайность – максимальная урожайность, которая может быть получена при реальных среднесезонных климатических условиях.

Избегание – механизм, обеспечивающий способность организма избежать действия какого-либо стресса.

Интегрированная защита растений – оптимизация фитосанитарной обстановки на полях всеми средствами систем земледелия, ре-

гуляции численности вредных организмов путем управления внутри- и межпопуляционными отношениями в агроэкосистемах.

Интенсивные системы земледелия – переход к качественно новым сортам растений с программированным применением удобрений и регулированием продукционного процесса различными биологическими и химическими средствами.

Кайромон – вещества, с помощью которых энтомофаги находят своих насекомых хозяев и жертв.

Конструирование – создание конструкции чего-либо. Конструкция, в свою очередь, – это строение, устройство, взаимное расположение частей какого-либо предмета, машины, прибора, сооружения, агроценоза, агроэкосистемы, агроландшафта, определяющееся его назначением.

Консументы – организмы (главным образом животные), поедаящие другие организмы или частицы органического вещества.

Копролит – масса экскрементов, образующихся в кишечнике дождевых червей за счет склеивания органических и минеральных частичек, обогащенная бактериальной микрофлорой.

Ландшафт – один из видов географических систем, для которого предполагается однородность территории, однородность сочетаний и взаимосвязей, составляющих ландшафт компонентов, однородность обмена веществом и энергией между компонентами ландшафта, системная целостность и комплексность его образования.

Минимизация технико-механической обработки почвы – замена глубоких обработок, особенно вспашки с оборотом пласта, на мелкие обработки, или сокращение числа обработок вплоть до нулевой.

Надежность агроландшафтов – особое свойство ландшафтно-технических систем, характеризующихся способностью обеспечить нормальное их функционирование в течение прогнозного периода при сохранении проектных параметров в заданных пределах.

Оптимальное фитосанитарное состояние агроценозов – динамическое равновесие живых организмов в экосистемах, при которых наличие вредных организмов не превышает их экологический порог вредоносности.

Потенциальная урожайность – теоретически возможная максимальная урожайность, которую можно получить в идеальных метеорологических условиях (достаточно воды, тепла, света).

Программирование урожайности – разработка комплекса взаимосвязанных мероприятий, своевременное и качественное выполнение которых обеспечивает получение рассчитанного уровня урожайности сельскохозяйственных культур заданного качества при одновременном повышении плодородия почвы и удовлетворении требований охраны окружающей среды.

Программирование урожая – разработка комплекса взаимосвязанных агротехнических и организационных мероприятий, своевременное и качественное выполнение которых, обеспечивает получение урожая заданного уровня с определенной вероятностью.

Продуктивность азотфиксации – количество азота, усвоенное из воздуха в расчете на единицу урожайности (абсолютно или воздушно-сухой массы).

Продуценты – организмы, способные создавать органическое вещество из простых неорганических соединений.

Растения-репелленты – растения, которые выделяют отпугивающие насекомых вещества.

Редуценты – организмы (преимущественно грибы и бактерии), разрушающие органические соединения (белки, углеводы и др.), поглощая некоторые продукты разложения и высвобождая неорганические вещества, которые пригодны для питания продуцентов.

Севооборот – научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур и паров во времени и на территории.

Селекция – наука о методах создания и улучшения сортов растений, штаммов микроорганизмов.

Сидерат – это культура, которую запахивают в почву в целях обогащения ее органическим веществом.

Сидерация, или зелёное удобрение – специальные посевы культур, растительную массу которых частично или полностью запахивают в почву для повышения её плодородия.

Стенотопные виды (стенобионтные, стенопотентные) – виды, способные существовать лишь в строго определенных условиях среды и не переносящие из изменений.

Толерантность – механизм, обеспечивающий способность организма переносить неблагоприятное воздействие какого-либо явления, терпимость к чему-либо.

Устойчивость агроландшафта – способность сохранять структуру и свойства, выполняя определенные функции в условиях антропогенных воздействий.

Феромоны – вещества, выделяемые насекомыми в окружающую атмосферу и управляющие поведением и другими формами жизнедеятельности организма.

Фотосинтетически активная радиация – часть солнечной радиации с длиной волны 380 – 710 нм, в пределах которой совершается процесс фотосинтеза.

Эвритопные виды (эврибионтные, эврипотентные) – виды, обладающие широкими адаптивными возможностями, то есть существующие при широком диапазоне изменений факторов внешней среды и обычно имеющие широкие реалы.

Экологизация – оптимизация технологических процессов, экономического и управленческого механизмов, юридических и других видов деятельности по экологическим требованиям с ориентацией на сохранение и улучшение качества природной среды.

Экстенсивное земледелие – земледелие, рассчитанное на использование естественного плодородия почв без удобрений и мелиораций.

Эндосимбиоз – это проникновение азотфиксирующего микроорганизма внутрь тканей или даже в клетки хозяина, обеспечивая тесную метаболическую (метаболизм – обмен веществ) интеграцию партнеров.

Энтомофаги – полезные насекомые, которых используют для борьбы с вредными насекомыми.

Эрозия почв – процесс частичного или полного ее разрушения водой атмосферных осадков (водная эрозия) или ветром (ветровая эрозия или дефляция).

Приложение 1

Приход ФАР по метеостанции «Чермоз» Пермской области

Месяцы	Декады	Приход ФАР	
		млн ккал/га	ккал/см ²
Апрель	III	182	1,82
Май	I	197	1,97
	II	210	2,10
	III	248	2,48
	сумма	655	6,55
Июнь	I	236	2,36
	II	243	2,43
	III	244	2,44
	сумма	723	7,23
Июль	I	243	2,43
	II	237	2,37
	III	229	2,29
	сумма	709	7,09
Август	I	195	1,95
	II	165	1,65
	III	147	1,47
	сумма	507	5,07
Сентябрь	I	106	1,06
	II	99	0,99
	III	92	0,92
	сумма	297	2,97
Вегетационный период		3073	30,73

Калорийность и отношение частей биомассы
сельскохозяйственных культур

Культура	Калорийность, ккал/га	Отношение частей биомассы		
		зерно	солома	корни
Озимая рожь	4500	1	1,8	1,7
Яровая пшеница	4600	1	1,4	1,6
Ячмень	4500	1	1,2	1,3
Овес	4400	1	1,4	1,6
Горох на зерно	4710	1	1,2	0,9
Вика на зерно	4700	1	2	0,9
Гречиха	4500	1	2	0,6
Лен	6380	1	6,5	1
Рапс на семена	6000	1	2	2
Вика + овес на зерно	4600	1	1,1	1,3
Клевер на семена	4500	1	10	11
			надзем. масса	корни
Кукуруза (зел. масса)	4200	-	1	0,8
Подсолнечник (зел. масса)	4200	-	1	0,8
Однолетние травы (зел. масса)	4500	-	1	0,5
Многолетние травы (зел. масса)	4500	-	1	1
Люцерна (зел. масса)	4800	-	1	1
Рапс (зел. масса)	4600	-	1	0,7
		ботва	корнеплоды (клубни)	корни
Корнеплоды (кормовая свекла)	3847	0,5	1	0,5
Картофель	4300	0,5 (1) (раннесп.)	1	0,2

Стандартная влажность для перевода урожая сухой биомассы
на основную продукцию

1. Зерновые.....	14%
2. Сено многолетних трав.....	16%
3. Клубни картофеля.....	75 – 80%
4. Корнеплоды свеклы кормовой.....	85%
5. Кукуруза (силос, зеленая масса).....	80%
6. Вико-овсяная смесь (зеленая масса).....	75%
7. Вико-овсяная смесь (зерносенаж).....	60 – 65%
8. Овес, ячмень (зерносенаж).....	50 – 55%
9. Солома льняная.....	19%
10. Рапс (семена).....	12%
11. Клевер (семена).....	13%
12. Лен (семена).....	13%

Приложение 4

Цена одного балла бонитета почвы для полевых культур
Пермского края при ее бонитировке по В. А. Семенову
(по И. В. Осокину, Ю. Н. Зубареву, В. М. Панкратовой, 1992 г.)

Культура	Вид продукции	Цена балла, кг/га	
		средняя	высокая (в очень благоприятные годы)
Озимая рожь	зерно	69	102
Пшеница	зерно	42	56
Ячмень	зерно	54	70
Овес	зерно	46	60
Горох	зерно	27	37
Гречиха	зерно	12	16
Вика яровая	зерно	21	36
Рапс яровой	семена	13	17
Лен – долгунец	семена	12	19
	соломка	87	111
Горох на зеленую массу	сухое вещество	47	65
Вика + овес	сухое вещество	70	98
Озимая рожь на зеленую массу	сухое вещество	93	116
Рапс яровой на зеленую массу	сухое вещество	78	93
Сурепица на зеленую массу	сухое вещество	45	-
Редька масличная на зеленую массу	сухое вещество	81	-
Подсолнечник на силос	сухое вещество	102	138
Кукуруза на силос	сухое вещество	73	99
Картофель	клубни	597	709
Свекла кормовая	корнеплоды	1278	1557
Клевер	сено	83	98
	семена	4,3	10,4
Люцерна	сено	114	144
Многолетние злаковые травы	сено	118	136
	семена	7,2	15,5

Шкала бонитировки Северо – Западной зоны РСФСР
(по В. А. Семенову)

ГСП	Содержание		Баллы бонитета						
	гумус, %	P ₂ O ₅ , г/кг почвы	яровые зерновые	рожь озимая	многолетние травы	картофель	кормовые корнеплоды	капуста	культурные пастбища
1) Почвы дерново-карбонатные типичные									
Песчаные	< 1,5	< 100	36	38	34	54	54	36	16
		100 – 200	42	46	42	58	58	38	20
		> 200	44	48	44	62	62	42	26
	1,5 – 2,5	< 100	44	50	44	60	56	46	24
		100 – 200	50	56	54	64	62	52	30
		> 200	52	58	58	70	66	58	34
	2,5 – 3,5	< 100	50	54	52	66	60	50	30
		100 – 200	56	60	60	70	66	56	38
		> 200	60	62	64	76	70	62	40
	> 3,5	< 100	56	56	58	68	64	56	32
		100 – 200	60	62	64	74	68	62	40
		> 200	62	64	66	80	74	66	42
Супесчаные	< 1,5	< 100	50	46	44	62	62	42	36
		100 – 200	56	54	54	66	68	48	40
		> 200	58	58	58	72	72	54	44
	1,5 – 2,5	< 100	58	56	54	66	64	54	46
		100 – 200	64	62	62	70	70	60	50
		> 200	68	66	66	76	74	66	54
	2,5 – 3,5	< 100	62	60	60	72	68	58	54
		100 – 200	70	66	66	76	74	64	60
		> 200	74	68	70	82	80	70	64
	> 3,5	< 100	68	62	64	76	72	64	60
		100 – 200	74	68	70	80	78	70	66
		> 200	78	70	72	86	82	76	68
Легкосуглинистые	< 1,5	< 100	60	58	58	66	68	58	40
		100 – 200	66	66	66	70	74	64	48
		> 200	68	70	72	76	78	70	52
	1,5 – 2,5	< 100	68	68	66	70	68	68	54
		100 – 200	74	74	74	74	74	76	60
		> 200	78	78	76	80	80	82	62
	2,5 – 3,5	< 100	74	72	70	78	76	72	64
		100 – 200	80	78	76	82	82	80	70
		> 200	84	82	78	88	88	86	72
	> 3,5	< 100	80	76	74	80	68	76	74
		100 – 200	84	82	78	86	84	84	80
		> 200	88	84	80	90	88	90	84
Суглинистые	< 2,0	< 100	62	60	66	58	64	60	58
		100 – 200	68	66	72	64	70	68	66
		> 200	74	70	76	70	74	74	68
	2,0 – 4,0	< 100	74	68	74	64	68	70	70
		100 – 200	80	74	80	70	74	78	80
		> 200	86	78	82	76	78	84	82
	> 4,0	< 100	88	74	82	70	74	78	80
		100 – 200	92	78	88	76	80	86	90
		> 200	92	80	90	82	84	92	92
Тяжелосуглинистые	< 2,0	< 100	58	52	66	48	50	62	58
		100 – 200	64	58	72	54	56	70	66
		> 200	70	62	76	60	60	76	68
	2,0 – 4,0	< 100	70	62	76	62	56	70	70
		100 – 200	74	66	80	64	62	78	80
		> 200	78	70	84	68	66	84	82
	> 4,0	< 100	82	64	86	64	58	82	80
		100 – 200	84	68	90	68	64	88	90
		> 200	84	70	92	70	68	94	92

Продолжение приложения 5

ГСП	Содержание		Баллы бонитета						
	гумус, %	P ₂ O ₅ , г/кг почвы	яровые зерновые	рожь озимая	многолетние травы	картофель	кормовые корнеплоды	капуста	культурные пастбища
2) Почвы дерново-карбонатные выщелоченные и оподзоленные									
Песчаные	< 1,5	< 100	36	38	32	44	42	24	16
		100 – 200	46	46	42	50	50	30	20
		> 200	50	50	44	56	58	58	26
	1,5 – 2,5	< 100	44	50	44	46	52	38	24
		100 – 200	54	60	56	54	60	46	30
		> 200	58	64	60	62	70	50	32
	2,5 – 3,5	< 100	50	52	54	56	64	50	30
		100 – 200	60	60	66	64	72	56	36
		> 200	64	64	70	74	78	60	38
	> 3,5	< 100	54	56	58	58	66	58	30
		100 – 200	64	66	72	66	74	62	38
		> 200	68	68	72	76	80	66	40
Супесчаные	< 1,5	< 100	48	50	44	58	48	36	36
		100 – 200	58	62	56	66	56	42	40
		> 200	62	66	60	76	64	48	44
	1,5 – 2,5	< 100	58	64	58	62	58	44	46
		100 – 200	68	74	70	70	66	50	50
		> 200	72	78	74	80	76	58	54
	2,5 – 3,5	< 100	64	66	70	72	68	56	54
		100 – 200	72	76	80	80	78	62	60
		> 200	76	80	82	88	88	72	64
	> 3,5	< 100	70	68	76	74	78	64	60
		100 – 200	76	78	86	82	84	70	66
		> 200	80	80	88	90	94	80	68
Легкосуглинистые	< 1,5	< 100	58	54	50	60	54	48	40
		100 – 200	68	66	62	68	62	54	48
		> 200	72	70	66	78	70	60	52
	1,5 – 2,5	< 100	68	68	66	64	64	56	54
		100 – 200	78	76	76	72	72	62	60
		> 200	82	80	80	82	80	72	62
	2,5 – 3,5	< 100	74	68	74	74	76	72	64
		100 – 200	82	78	84	82	84	78	70
		> 200	86	80	86	92	92	86	72
	> 3,5	< 100	78	70	78	78	80	78	74
		100 – 200	86	80	80	86	88	84	80
		> 200	90	82	90	96	96	92	82
Суглинистые	< 2,0	< 100	66	54	64	54	52	62	58
		100 – 200	78	62	76	62	60	68	66
		> 200	80	66	78	68	70	76	68
	2,0 – 4,0	< 100	78	64	76	68	62	78	70
		100 – 200	84	72	86	76	72	84	80
		> 200	88	76	88	82	82	90	82
	> 4,0	< 100	86	68	84	74	70	86	80
		100 – 200	92	76	94	82	80	92	90
		> 200	96	78	96	86	88	96	92
Тяжелосуглинистые	< 2,0	< 100	64	50	62	46	46	58	58
		100 – 200	70	58	74	54	52	66	66
		> 200	74	62	76	58	58	70	68
	2,0 – 4,0	< 100	74	62	76	60	56	76	70
		100 – 200	78	68	84	66	64	82	80
		> 200	80	70	86	68	70	86	82
	> 4,0	< 100	76	68	84	62	62	88	80
		100 – 200	80	74	92	68	70	92	90
		> 200	80	74	94	70	76	96	92
3) Почвы дерново-аллювиальные									
Песчаные			40	42	40	48	54	40	-
Супесчаные			48	56	76	70	80	70	-
Легкосуглинистые			64	68	96	90	84	92	-
Суглинистые			68	68	98	90	80	96	-
Тяжелосуглинистые			60	56	96	60	50	92	-
Глинистые			46	40	80	36	42	70	-

Продолжение приложения 5

ГСП	Содержание гумуса, %	рН	Содержание P ₂ O ₅ , г/кг почвы	Баллы бонитета						
				яровые зерновые	рожь озимая	многолетние травы	картофель	кормовые корнеплоды	капуста	культурные пастбища
4) Почвы дерново-подзолистые										
П Е С Ч А Н Ы Е	< 1,5	< 4,5	< 100	10	10	10	10	10	10	10
			100 – 200	10	10	10	10	10	10	10
			> 200	10	10	10	10	10	10	10
		4,5 – 5,0	< 100	10	10	10	10	12	10	10
			100 – 200	16	12	10	12	20	10	10
			> 200	24	12	10	16	22	10	10
		5,0 – 6,5	< 100	16	12	10	16	20	10	10
			100 – 200	28	24	12	20	34	10	10
			> 200	36	32	12	24	36	10	10
		> 6,5	< 100	16	12	10	10	28	10	10
			100 – 200	28	24	12	12	34	10	10
			> 200	40	32	12	16	36	10	10
	1,5 -2,0	< 4,5	< 100	10	10	10	14	12	10	10
			100 – 200	10	12	10	18	16	10	10
			> 200	12	12	10	22	20	10	10
		4,5 – 5,0	< 100	10	20	10	22	18	10	10
			100 – 200	22	28	10	26	26	10	14
			> 200	24	32	10	30	30	10	16
		5,0 – 6,5	< 100	22	32	16	30	30	18	16
			100 – 200	34	40	24	34	36	24	20
			> 200	36	44	28	38	40	26	24
		> 6,5	< 100	26	32	16	22	30	18	20
			100 – 200	38	40	24	26	40	24	24
			> 200	42	44	28	28	46	26	26
	2,0 -3,0	< 4,5	< 100	10	14	10	10	20	10	10
			100 – 200	16	22	10	10	26	12	12
			> 200	24	28	10	30	30	12	14
		4,5 – 5,0	< 100	16	22	12	30	28	18	16
			100 – 200	24	30	20	34	38	22	20
			> 200	32	36	24	38	44	30	24
		5,0 – 6,5	< 100	24	34	24	38	30	20	24
			100 – 200	36	42	30	42	40	24	30
			> 200	44	48	32	50	46	30	34
		> 6,5	< 100	28	34	26	30	34	20	30
			100 – 200	40	42	32	34	40	24	36
			> 200	46	48	36	34	48	30	40
	3,0 -3,5	< 4,5	< 100	18	18	10	28	22	10	10
			100 – 200	26	26	10	32	26	14	12
			> 200	30	34	10	36	32	20	14
		4,5 – 5,0	< 100	26	32	20	36	26	22	16
			100 – 200	38	48	26	40	36	26	20
			> 200	46	56	30	44	48	36	24
		5,0 – 6,5	< 100	38	50	30	44	38	32	24
			100 – 200	50	64	40	48	48	36	30
			> 200	58	70	44	56	60	46	34
		> 6,5	< 100	42	54	38	40	38	32	30
			100 – 200	54	66	48	44	48	36	36
			> 200	60	72	52	48	60	46	40
> 3,5	< 4,5	< 100	22	20	10	34	26	18	10	
		100 – 200	30	30	16	38	32	22	14	
		> 200	38	36	16	42	38	30	18	
	4,5 – 5,0	< 100	30	36	22	42	32	30	18	
		100 – 200	42	52	30	46	44	34	24	
		> 200	54	64	34	50	56	44	28	
	5,0 – 6,5	< 100	42	52	38	50	46	44	24	
		100 – 200	54	68	46	54	56	48	30	
		> 200	66	80	50	62	70	54	34	
	> 6,5	< 100	46	52	38	48	48	46	30	
		100 – 200	58	68	48	42	58	50	36	
		> 200	70	80	52	56	72	56	40	

Продолжение приложения 5

ГСП	Содержание гумуса, %	рН	Содержание P ₂ O ₅ , г/кг почвы	Баллы бонитета						
				яровые зерновые	рожь озимая	многолетние травы	картофель	кормовые корнеплоды	капуста	культурные пастбища
С У П Е С Ч А Н Ы Е	< 1,5	< 4,5	< 100	10	10	10	14	16	10	10
			100 – 200	10	10	10	14	18	10	10
			> 200	10	10	10	14	20	10	12
		4,5 – 5,0	< 100	18	14	10	18	26	10	14
			100 – 200	30	22	10	22	32	14	18
			> 200	38	22	10	26	42	18	22
		5,0 – 6,5	< 100	30	22	20	26	40	24	18
			100 – 200	42	38	36	30	50	28	24
			> 200	46	42	30	34	58	32	30
		> 6,5	< 100	30	24	22	18	40	28	30
			100 – 200	42	40	30	22	52	34	34
			> 200	50	46	34	26	60	38	38
	1,5 -2,0	< 4,5	< 100	18	14	10	20	18	10	10
			100 – 200	26	22	10	26	24	10	14
			> 200	30	24	10	30	28	12	16
		4,5 – 5,0	< 100	26	28	16	30	32	20	18
			100 – 200	38	44	24	34	42	24	24
			> 200	46	52	28	38	54	34	28
		5,0 – 6,5	< 100	38	44	28	38	44	24	24
			100 – 200	50	60	40	42	54	28	30
			> 200	58	68	46	46	66	38	34
		> 6,5	< 100	42	44	32	30	44	30	34
			100 – 200	54	60	46	34	54	34	40
			> 200	62	68	50	38	66	42	44
	2,0 -3,0	< 4,5	< 100	26	26	14	30	24	18	16
			100 – 200	38	38	20	34	32	22	20
			> 200	46	42	20	38	38	24	22
		4,5 – 5,0	< 100	28	42	24	42	42	30	22
			100 – 200	50	58	32	46	52	34	28
			> 200	62	64	36	50	64	40	32
		5,0 – 6,5	< 100	50	58	38	50	56	36	32
			100 – 200	62	74	52	54	66	40	40
			> 200	70	80	56	62	78	48	44
		> 6,5	< 100	54	60	40	42	58	40	40
			100 – 200	66	76	56	46	68	44	46
			> 200	72	84	60	50	80	52	52
	3,0 -3,5	< 4,5	< 100	30	26	18	38	30	28	20
			100 – 200	42	42	26	42	38	32	24
			> 200	50	50	30	46	46	36	28
		4,5 – 5,0	< 100	42	50	32	46	52	44	28
			100 – 200	54	66	42	50	62	48	34
			> 200	62	74	46	58	76	56	40
		5,0 – 6,5	< 100	54	66	48	54	62	52	38
			100 – 200	66	82	62	58	74	58	44
			> 200	74	90	66	66	88	66	50
		> 6,5	< 100	54	64	48	46	62	52	50
			100 – 200	68	80	62	50	72	58	56
			> 200	78	90	68	54	86	68	62
> 3,5	< 4,5	< 100	34	34	22	46	32	40	22	
		100 – 200	46	46	30	50	40	44	26	
		> 200	54	54	30	54	50	50	30	
	4,5 – 5,0	< 100	46	54	34	54	56	50	32	
		100 – 200	58	70	46	58	66	56	38	
		> 200	70	78	48	66	78	70	44	
	5,0 – 6,5	< 100	58	70	48	62	66	58	42	
		100 – 200	70	86	66	66	78	64	48	
		> 200	82	94	70	74	94	78	54	
	> 6,5	< 100	58	70	50	60	68	58	54	
		100 – 200	70	86	68	64	80	64	60	
		> 200	82	94	72	70	96	78	66	

Продолжение приложения 5

ГСП	Содержание гумуса, %	рН	Содержание P ₂ O ₅ , г/кг почвы	Баллы бонитета						
				яровые зерновые	рожь озимая	многолетние травы	картофель	кормовые корнеплоды	капуста	культурные пастбища
ЛЕГКОСУГЛИНИСТЫЕ	< 2,0	4,5	< 100	22	10	10	18	10	10	20
			100 – 200	34	14	10	22	14	14	24
			> 200	42	14	10	22	18	18	26
		4,5 – 5,0	< 100	42	18	26	34	22	20	28
			100 – 200	46	30	32	38	26	24	34
			> 200	54	34	34	42	32	32	38
		5,0 – 6,5	< 100	46	30	44	42	30	30	34
			100 – 200	58	46	54	46	38	36	40
			> 200	68	54	58	50	48	44	44
		> 6,5	< 100	50	34	46	38	30	30	44
			100 – 200	62	50	58	42	40	34	50
			> 200	68	58	62	46	58	40	54
	2,0 – 3,0	< 4,5	< 100	34	22	20	42	20	18	26
			100 – 200	46	32	26	46	24	22	30
			> 200	54	42	28	50	28	26	32
		4,5 – 5,0	< 100	46	38	34	50	28	30	32
			100 – 200	58	54	46	54	38	34	38
			> 200	70	62	50	58	48	44	42
		5,0 – 6,5	< 100	58	54	50	58	40	40	42
			100 – 200	70	70	66	62	50	46	50
			> 200	82	82	70	70	60	58	54
		> 6,5	< 100	66	54	54	54	40	40	50
			100 – 200	78	70	70	58	50	46	56
			> 200	86	78	74	62	60	58	62
	3,0 – 4,0	< 4,5	< 100	38	42	26	62	28	26	30
			100 – 200	50	54	36	66	36	30	34
			> 200	62	62	38	70	42	38	38
		4,5 – 5,0	< 100	50	54	44	70	42	38	38
			100 – 200	62	70	54	74	52	44	44
			> 200	74	78	58	78	62	54	50
		5,0 – 6,5	< 100	62	70	56	74	54	50	54
			100 – 200	74	86	74	78	64	56	54
			> 200	86	96	76	86	76	70	60
		> 6,5	< 100	66	70	56	74	54	50	60
			100 – 200	78	86	74	78	64	56	66
			> 200	90	94	78	82	76	70	72
	> 4,0	< 4,5	< 100	42	42	28	70	28	48	32
			100 – 200	54	54	38	74	36	54	36
			> 200	66	62	40	78	44	64	40
		4,5 – 5,0	< 100	54	54	46	78	42	62	42
			100 – 200	66	70	54	82	52	68	48
			> 200	78	82	58	86	62	74	54
		5,0 – 6,5	< 100	66	74	58	86	54	74	52
			100 – 200	78	90	76	90	64	78	58
			> 200	90	96	80	96	76	86	64
		> 6,5	< 100	70	74	58	84	52	74	64
			100 – 200	78	90	76	88	62	78	70
			> 200	90	96	80	94	74	86	76

Продолжение приложения 5

ГСП	Содержание гумуса, %	рН	Содержание P ₂ O ₅ , г/кг почвы	Баллы бонитета						
				яровые зерновые	рожь озимая	многолетние травы	картофель	кормовые корнеплоды	капуста	культурные пастбища
СРЕДНЕСУГЛИНИСТЫЕ	2,0 – 3,0	< 4,5	< 100	30	26	32	38	14	20	36
			100 – 200	42	38	40	42	18	24	40
			> 200	50	42	44	46	22	28	42
		4,5 – 5,0	< 100	42	42	48	46	28	38	42
			100 – 200	50	58	62	50	32	42	48
			> 200	58	66	66	54	36	52	52
		5,0 – 6,5	< 100	54	54	66	54	36	48	52
			100 – 200	66	70	82	58	44	54	60
			> 200	74	82	86	62	52	66	64
	> 6,5	< 100	62	50	68	50	36	50	60	
		100 – 200	74	66	86	54	44	56	66	
		> 200	82	74	90	58	52	68	72	
	3,0 – 4,0	< 4,5	< 100	38	30	38	46	24	36	40
			100 – 200	50	42	48	50	30	40	44
			> 200	58	50	52	54	36	48	48
		4,5 – 5,0	< 100	54	46	58	54	42	52	48
			100 – 200	66	62	72	58	48	58	54
			> 200	74	70	76	62	58	68	60
		5,0 – 6,5	< 100	62	66	72	62	54	64	58
			100 – 200	74	82	90	66	62	70	64
			> 200	86	92	96	74	72	84	70
		> 6,5	< 100	70	62	74	62	56	66	70
			100 – 200	82	78	92	66	64	72	76
			> 200	94	88	98	70	74	88	82
> 4,0	< 4,5	< 100	46	34	38	54	26	48	42	
		100 – 200	58	46	48	58	32	52	46	
		> 200	66	54	52	62	40	56	50	
	4,5 – 5,0	< 100	66	50	58	62	42	60	52	
		100 – 200	78	66	72	66	48	66	58	
		> 200	88	74	78	70	58	82	64	
	5,0 – 6,5	< 100	78	66	74	70	54	78	62	
		100 – 200	90	82	92	74	62	82	68	
		> 200	96	92	96	82	72	96	74	
	> 6,5	< 100	82	64	74	70	56	78	74	
		100 – 200	94	80	92	74	64	82	80	
		> 200	98	90	98	78	74	98	86	
ТЯЖЕЛУСУГЛИНИСТЫЕ И ГЛИНИСТЫЕ	2,0	< 4,5	< 100	14	10	20	10	10	10	30
			100 – 200	22	10	24	10	10	10	34
			> 200	30	10	24	10	10	10	36
		4,5 – 5,0	< 100	26	10	34	14	10	20	38
			100 – 200	34	14	42	18	14	24	44
			> 200	42	14	46	18	18	28	48
		5,0 – 6,5	< 100	38	18	56	22	22	30	44
			100 – 200	46	30	70	26	26	34	50
			> 200	54	34	72	30	30	38	54
	> 6,5	< 100	42	22	60	18	26	32	54	
		100 – 200	50	26	72	18	30	36	60	
		> 200	58	26	72	18	34	40	64	
	2,0 – 3,0	< 4,5	< 100	26	10	32	14	10	18	36
			100 – 200	34	10	36	18	10	22	40
			> 200	42	10	38	22	10	26	42
		4,5 – 5,0	< 100	38	10	50	22	16	30	42
			100 – 200	46	22	62	26	20	34	48
			> 200	54	24	64	30	24	40	52

Продолжение приложения 5

ГСП	Содержание гумуса, %	рН	Содержание P ₂ O ₅ , г/кг почвы	Баллы бонитета						
				яровые зерновые	рожь озимая	многолетние травы	картофель	кормовые корнеплоды	капуста	культурные пастбища
ТЯЖЕЛОСУГЛИНИСТЫЕ И ГЛИНИСТЫЕ	2,0 - 3,0	5,0 – 6,5	< 100	50	26	68	30	28	42	52
			100 – 200	58	34	80	34	34	46	60
			> 200	66	42	84	38	38	52	64
		> 6,5	< 100	58	26	72	22	32	44	60
			100 – 200	66	34	84	26	38	48	66
			> 200	74	42	88	28	42	54	72
	3,0 – 4,0	< 4,5	< 100	34	10	40	22	16	34	40
			100 – 200	42	10	48	26	18	38	44
			> 200	50	10	50	30	22	42	48
		4,5 – 5,0	< 100	50	18	58	30	28	46	48
			100 – 200	58	26	68	34	34	50	54
			> 200	64	30	70	38	38	56	60
		5,0 – 6,5	< 100	54	34	76	38	40	56	58
			100 – 200	66	42	86	42	46	60	64
			> 200	70	46	90	46	52	70	70
		> 6,5	< 100	62	34	78	38	44	60	76
			100 – 200	74	42	88	42	50	64	76
			> 200	78	46	92	46	56	74	82
	> 4,0	< 4,5	< 100	42	10	44	22	16	44	42
			100 – 200	50	14	50	26	20	48	46
			> 200	58	14	52	30	24	52	50
		4,5 – 5,0	< 100	58	18	60	30	30	54	52
			100 – 200	66	26	68	34	34	60	58
			> 200	72	30	70	38	40	64	64
5,0 – 6,5		< 100	62	34	78	38	40	70	62	
		100 – 200	70	42	86	42	46	74	68	
		> 200	76	50	88	46	50	82	74	
> 6,5		< 100	66	34	78	38	44	72	74	
		100 – 200	72	42	86	42	50	76	80	
		> 200	78	50	88	46	54	80	86	
5) Почвы дерново-подзолистые оглеенные поверхностного увлажнения (не-насыщенные)										
А. Не осушенные										
Песчаные и супесчаные	<3,5	< 4,5	23	15	29	27	23	27	31	
		4,5 - 5,5	27	19	41	33	29	35	35	
		> 5,5	35	21	51	33	33	43	37	
	>3,5	< 4,5	27	15	31	27	26	29	35	
		4,5 - 5,5	33	19	43	33	33	39	41	
		> 5,5	41	21	55	33	37	47	47	
Легкосуглинистые и суглинистые	<3,5	< 4,5	23	19	29	27	25	29	37	
		4,5 - 5,5	29	23	45	35	33	41	43	
		> 5,5	39	25	55	37	39	49	47	
	>3,5	< 4,5	27	19	33	29	27	29	41	
		4,5 - 5,5	45	25	61	39	43	53	53	
		> 5,5	53	31	69	43	47	59	59	
Тяжелосуглинистые и глинистые	<3,5	< 4,5	19	10	27	21	15	25	37	
		4,5 - 5,5	25	15	37	27	21	35	43	
		> 5,5	37	15	43	27	23	41	49	
	>3,5	< 4,5	19	10	29	21	15	29	39	
		4,5 - 5,5	25	15	37	27	21	37	45	
		> 5,5	37	15	43	27	23	43	51	

Продолжение приложения 5

ГСП	Содержание гумуса, %	рН	Баллы бонитета							
			яровые зерновые	рожь озимая	многолетние травы	картофель	кормовые корнеплоды	капуста	культурные пастбища	
Б. Осушенные										
Песчаные и супесчаные	<3,5	< 4,5	33	19	41	39	33	39	33	
		4,5 - 5,5	39	27	57	45	41	49	37	
		> 5,5	49	29	61	45	47	59	41	
	>3,5	< 4,5	37	21	43	39	39	41	39	
		4,5 - 5,5	47	33	59	45	45	55	45	
		> 5,5	57	37	67	45	47	65	61	
Легкосуглинистые и суглинистые	<3,5	< 4,5	33	27	41	39	35	41	41	
		4,5 - 5,5	41	35	63	49	49	57	45	
		> 5,5	55	39	67	51	55	61	51	
	>3,5	< 4,5	39	29	45	41	39	43	47	
		4,5 - 5,5	49	37	59	51	51	59	51	
		> 5,5	63	41	73	55	59	63	57	
Тяжелосуглинистые и глинистые	<3,5	< 4,5	27	13	39	29	21	35	33	
		4,5 - 5,5	35	21	51	35	27	49	39	
		> 5,5	51	23	59	37	31	57	47	
	>3,5	< 4,5	27	13	39	29	23	41	41	
		4,5 - 5,5	35	21	53	35	29	51	45	
		> 5,5	51	23	37	33	59	51	51	
б) Почвы дерново-подзолистые оглеенные поверхностного увлажнения (насыщенные)										
А. Неосушенные										
Песчаные и супесчаные	3,5 – 6,0	< 5,5	37	27	45	25	29	37	40	
		> 5,5	45	31	55	29	35	45	44	
	>6,0	< 5,5	29	27	53	29	29	39	46	
		> 5,5	47	31	61	33	35	45	52	
Легкосуглинистые и суглинистые	<3,5	< 5,5	41	23	59	23	29	31	48	
		> 5,5	49	27	67	31	33	39	54	
	3,5 – 6,0	< 5,5	49	27	69	27	31	41	50	
		> 5,5	59	31	77	37	37	49	58	
	>6,0	< 5,5	51	27	71	29	33	43	56	
		> 5,5	55	31	81	39	39	51	64	
Тяжелосуглинистые и глинистые	<3,5	< 5,5	21	13	39	21	19	33	46	
		> 5,5	29	17	49	25	25	37	52	
	3,5 – 6,0	< 5,5	29	13	47	21	21	39	48	
		> 5,5	37	17	57	27	27	43	56	
	>6,0	< 5,5	29	13	49	21	21	39	54	
		> 5,5	35	17	59	27	27	45	62	
Б. Осушенные										
Легкосуглинистые и суглинистые	<3,5	< 5,5	55	33	69	33	37	43	58	
		> 5,5	61	39	79	43	43	55	64	
	3,5 – 6,0	< 5,5	59	39	79	37	43	55	60	
		> 5,5	71	43	91	51	51	67	68	
	>6,0	< 5,5	61	43	83	41	45	57	66	
		> 5,5	67	49	95	55	53	69	74	
	Тяжелосуглинистые и глинистые	<3,5	< 5,5	29	21	55	29	27	45	56
			> 5,5	41	27	69	35	35	62	62
3,5 – 6,0		< 5,5	41	21	65	31	31	55	58	
		> 5,5	51	27	71	37	41	59	66	
>6,0		< 5,5	41	21	65	33	35	57	64	
		> 5,5	49	27	71	39	45	63	72	

Продолжение приложения 5

ГСП	Содержание гумуса, %	рН	Баллы бонитета						
			яровые зерновые	рожь озимая	многолетние травы	картофель	кормовые корнеплоды	капуста	культурные пастбища
7) Почвы дерново-подзолистые глееватые поверхностного увлажнения (ненасыщенные)									
А. Неосушенные									
Песчаные и супесчаные	<3,5	< 4,5	20	22	22	22	18	22	32
		4,5 - 5,5	24	16	34	28	24	30	36
		> 5,5	32	18	44	28	28	38	38
	>3,5	< 4,5	24	12	24	24	22	24	36
		4,5 - 5,5	30	16	36	32	28	34	42
		> 5,5	38	18	48	32	32	42	48
Легкосуглинистые и суглинистые	<3,5	< 4,5	20	16	22	22	20	24	38
		4,5 - 5,5	26	20	34	30	30	34	44
		> 5,5	36	22	48	32	34	40	48
	>3,5	< 4,5	24	16	26	24	22	24	42
		4,5 - 5,5	32	20	42	32	32	38	48
		> 5,5	42	22	54	34	38	48	54
Тяжелосуглинистые и глинистые	<3,5	< 4,5	16	10	20	16	12	20	38
		4,5 - 5,5	22	12	30	20	16	30	44
		> 5,5	32	12	36	20	16	36	50
	>3,5	< 4,5	16	10	22	16	14	24	40
		4,5 - 5,5	22	12	32	20	20	32	46
		> 5,5	32	12	38	20	20	38	52
Б. Осушенные									
Песчаные и супесчаные	<3,5	< 4,5	28	20	38	32	32	32	34
		4,5 - 5,5	36	28	58	42	42	46	38
		> 5,5	46	30	64	42	48	58	42
	>3,5	< 4,5	34	22	42	34	38	36	40
		4,5 - 5,5	44	30	62	46	48	58	46
		> 5,5	54	32	72	46	50	62	52
Легкосуглинистые и суглинистые	<3,5	< 4,5	28	26	38	38	34	36	48
		4,5 - 5,5	38	34	60	52	50	52	56
		> 5,5	52	38	66	52	58	60	62
	>3,5	< 4,5	36	30	44	42	38	38	55
		4,5 - 5,5	48	36	64	52	54	58	62
		> 5,5	60	42	80	56	62	66	68
Тяжелосуглинистые и глинистые	<3,5	< 4,5	20	16	36	28	20	28	44
		4,5 - 5,5	32	20	48	34	26	46	50
		> 5,5	44	22	58	36	26	56	58
	>3,5	< 4,5	20	16	38	30	24	36	52
		4,5 - 5,5	32	22	46	36	32	50	56
		> 5,5	44	26	56	36	32	58	62

Продолжение приложения 5

ГСП	Содержание гумуса, %	рН	Баллы бонитета						
			яровые зерновые	рожь озимая	многолетние травы	картофель	кормовые корнеплоды	капуста	культурные пастбища
8) Почвы дерново-подзолистые глееватые грунтового увлажнения									
А. Неосушенные									
Песчаные и супесчаные	<3,5	<5,5	24	20	28	18	22	26	36
		>5,5	32	24	38	20	26	32	40
	3,5 – 6,0	<5,5	34	24	38	20	24	32	40
		>5,5	42	28	48	24	30	40	44
	>6,0	<5,5	30	24	46	24	24	34	46
		>5,5	36	28	54	28	30	40	52
Легкосуглинистые и суглинистые	<3,5	<5,5	38	20	52	18	20	26	48
		>5,5	46	24	60	26	26	34	54
	3,5 – 6,0	<5,5	46	24	62	22	24	34	50
		>5,5	56	28	70	32	30	42	58
	>6,0	<5,5	48	24	64	24	26	38	56
		>5,5	54	28	74	34	32	44	64
Тяжелосуглинистые и глинистые	<3,5	<5,5	20	12	32	16	16	28	46
		>5,5	26	16	42	20	20	32	52
	3,5 – 6,0	<5,5	26	12	40	16	18	34	48
		>5,5	32	16	50	20	22	38	56
	>6,0	<5,5	26	10	42	16	16	34	54
		>5,5	32	12	52	20	20	38	62
Б. Осушенные									
Песчаные и супесчаные	<3,5	<5,5	36	28	44	24	32	38	40
		>5,5	50	34	60	28	38	50	46
	3,5 – 6,0	<5,5	50	32	60	28	36	48	44
		>5,5	62	38	70	36	46	64	50
	>6,0	<5,5	52	32	64	36	36	52	52
		>5,5	64	38	72	42	46	64	58
Легкосуглинистые и суглинистые	<3,5	<5,5	54	28	72	32	34	44	58
		>5,5	62	36	88	44	44	58	64
	3,5 – 6,0	<5,5	62	34	88	38	42	58	60
		>5,5	72	40	94	52	52	74	68
	>6,0	<5,5	62	34	90	42	62	62	66
		>5,5	72	40	94	56	52	74	74
Тяжелосуглинистые и глинистые	<3,5	<5,5	28	20	56	28	28	46	56
		>5,5	38	25	70	34	34	54	62
	3,5 – 6,0	<5,5	38	20	68	28	28	58	58
		>5,5	48	26	72	34	34	64	66
	>6,0	<5,5	38	20	68	30	30	58	64
		>5,5	48	26	72	38	36	66	72

Продолжение приложения 5

ГСП	Содержание гумуса, %	рН	Баллы бонитета						
			яровые зерновые	рожь озимая	многолетние травы	картофель	кормовые корнеплоды	капуста	культурные пастбища
9) Почвы дерново-подзолистые и торфянисто-подзолистоглееватые поверхностного увлажнения									
А. Неосущенные									
Песчаные и супесчаные	<3,5	< 4,5	12	10	14	12	12	14	30
		4,5 - 5,5	16	10	26	18	18	20	34
		> 5,5	24	10	28	18	18	24	36
	>3,5	< 4,5	16	10	26	16	16	16	34
		4,5 - 5,5	22	10	22	22	22	22	40
		> 5,5	30	10	28	22	22	26	46
Легкосуглинистые и суглинистые	<3,5	< 4,5	12	10	16	14	14	14	36
		4,5 - 5,5	18	10	24	20	20	22	42
		> 5,5	28	10	30	20	20	26	46
	>3,5	< 4,5	16	10	18	16	16	18	40
		4,5 - 5,5	22	10	24	22	22	24	46
		> 5,5	32	10	30	22	22	28	52
Тяжелосуглинистые и глинистые	<3,5	< 4,5	12	10	14	10	10	14	36
		4,5 - 5,5	16	10	22	12	12	20	42
		> 5,5	18	10	22	14	14	26	48
	>3,5	< 4,5	12	10	14	10	10	16	38
		4,5 - 5,5	16	10	22	12	12	22	44
		> 5,5	18	10	22	14	14	26	50
Б. Осушенные									
Песчаные и супесчаные	<3,5	< 4,5	20	20	32	26	26	32	36
		4,5 - 5,5	30	28	50	40	40	46	40
		> 5,5	44	30	62	42	42	56	44
	>3,5	< 4,5	30	22	36	36	36	36	42
		4,5 - 5,5	42	30	52	46	46	50	48
		> 5,5	50	34	64	46	48	60	54
Легкосуглинистые и суглинистые	<3,5	< 4,5	24	26	34	32	30	32	50
		4,5 - 5,5	36	34	54	46	44	50	58
		> 5,5	50	38	64	48	50	58	64
	>3,5	< 4,5	30	28	40	36	36	36	68
		4,5 - 5,5	44	34	56	50	52	54	64
		> 5,5	56	38	68	54	56	62	70
Тяжелосуглинистые и глинистые	<3,5	< 4,5	18	16	32	22	20	30	46
		4,5 - 5,5	28	20	48	26	26	44	52
		> 5,5	36	20	52	28	26	56	58
	>3,5	< 4,5	18	16	34	22	24	34	52
		4,5 - 5,5	28	22	50	26	28	50	56
		> 5,5	36	24	54	28	30	58	62
10) Почвы дерново-подзолистые и темноцветные глеевые грунтового увлажнения									
А. Неосущенные									
Песчаные и супесчаные	<3,5	< 5,5	16	10	20	16	16	18	26
		> 5,5	24	10	26	18	18	24	30
	3,5 – 6,0	< 5,5	26	10	26	18	18	20	30
		> 5,5	32	10	32	22	22	28	34
	>6,0	< 5,5	22	10	28	20	20	22	36
		> 5,5	26	10	34	24	24	30	42

Продолжение приложения 5

ГСП	Содержание гумуса, %	рН	Баллы бонитета						
			яровые зерновые	рожь озимая	многолетние травы	картофель	кормовые корнеплоды	капуста	культурные пастбища
Легкосуглинистые и суглинистые	<3,5	< 5,5	26	10	30	16	16	18	38
		> 5,5	32	10	34	20	20	26	44
	3,5 – 6,0	< 5,5	30	10	34	18	18	22	40
		> 5,5	34	10	38	26	24	28	48
	>6,0	< 5,5	32	10	34	18	22	26	46
		> 5,5	36	10	38	26	26	32	54
Тяжелосуглинистые и глинистые	<3,5	< 5,5	12	10	24	10	12	20	36
		> 5,5	18	10	28	14	14	24	42
	3,5 – 6,0	< 5,5	18	10	24	12	12	24	38
		> 5,5	20	10	28	14	14	28	46
	>6,0	< 5,5	28	10	24	12	12	24	44
		> 5,5	30	10	28	14	14	28	52
Б. Осушенные									
Песчаные и супесчаные	<3,5	< 5,5	36	28	44	22	28	36	40
		> 5,5	50	34	58	26	34	48	46
	3,5 – 6,0	< 5,5	48	32	58	26	34	42	44
		> 5,5	58	38	72	34	44	58	50
	>6,0	< 5,5	48	32	64	34	36	44	52
		> 5,5	58	38	72	38	46	60	58
Легкосуглинистые и суглинистые	<3,5	< 5,5	50	28	68	24	32	40	58
		> 5,5	60	38	80	28	44	56	64
	3,5 – 6,0	< 5,5	60	34	80	34	40	50	60
		> 5,5	72	40	88	46	50	66	68
	>6,0	< 5,5	62	34	80	36	42	58	66
		> 5,5	72	40	88	48	52	70	74
Тяжелосуглинистые и глинистые	<3,5	< 5,5	26	20	54	26	26	44	56
		> 5,5	38	26	64	30	30	54	62
	3,5 – 6,0	< 5,5	38	20	56	26	26	54	58
		> 5,5	46	26	62	30	30	62	66
	>6,0	< 5,5	38	20	56	26	26	54	64
		> 5,5	46	26	62	30	30	62	72

Продолжение приложения 5

ГСП	Степень разложения торфа	рН	Баллы бонитета						
			яровые зерновые	рожь озимая	многолетние травы	картофель	кормовые корнеплоды	капуста	культурные пастбища
11) Почвы торфянистые и торфяно-глеевые ненасыщенные									
А. Н е о с у ш е н н ы е									
Песчаные, супесчаные, легкосуглинистые	Слабая	< 5,0	14	10	16	14	14	16	30
		> 5,0	18	10	22	18	18	22	40
	Средняя	< 5,0	20	10	22	20	20	22	40
		> 5,0	24	10	28	24	24	28	50
Суглинистые, тяжелосуглинистые, глинистые	Слабая	< 5,0	10	10	16	10	10	16	40
		> 5,0	10	10	22	10	10	22	50
	Средняя	< 5,0	14	10	22	14	14	22	46
		> 5,0	14	10	22	14	14	22	46
Б. О с у ш е н н ы е									
Песчаные, супесчаные, легкосуглинистые	Слабая	> 5,0	38	28	42	38	38	42	40
		< 5,0	46	36	54	46	46	54	50
	Средняя	> 5,0	44	34	48	44	44	48	50
		< 5,0	52	42	60	52	52	60	60
Суглинистые, тяжелосуглинистые, глинистые	Слабая	> 5,0	28	18	42	28	28	42	60
		< 5,0	32	18	54	28	28	54	70
	Средняя	> 5,0	34	24	48	34	34	48	60
		< 5,0	40	24	60	34	34	60	70
12) Почвы торфянистые и торфяно-глеевые насыщенные									
А. Н е о с у ш е н н ы е									
Песчаные, супесчаные, легкосуглинистые	Слабая	< 5,0	18	10	22	16	16	20	36
		> 5,0	26	10	28	22	20	24	46
	Средняя	< 5,0	24	10	28	22	22	26	46
		> 5,0	32	10	34	28	26	30	56
Суглинистые, тяжелосуглинистые, глинистые	Слабая	< 5,0	16	10	22	10	10	22	46
		> 5,0	24	10	28	12	16	26	56
	Средняя	< 5,0	22	10	28	16	14	22	52
		> 5,0	30	10	34	18	22	26	62
Б. О с у ш е н н ы е									
Песчаные, супесчаные, легкосуглинистые	Слабая	> 5,0	36	34	44	42	38	46	46
		< 5,0	50	42	56	54	40	46	56
	Средняя	> 5,0	42	38	50	48	44	48	56
		< 5,0	56	48	62	60	52	60	66
Суглинистые, тяжелосуглинистые, глинистые	Слабая	> 5,0	32	24	44	32	24	40	62
		< 5,0	46	30	56	36	38	48	70
	Средняя	> 5,0	38	30	50	38	34	38	62
		< 5,0	52	38	62	42	34	46	72

Продолжение приложения 5

Степень разложения торфа	рН	Баллы бонитета						
		яровые зерновые	рожь озимая	многолетние травы	картофель	кормовые корнеплоды	капуста	культурные пастбища
13) Почвы торфяные болот низинного типа								
А. Не осушенные								
Средняя	< 5,0	18	10	32	26	14	24	-
	> 5,0	22	10	36	30	20	30	-
Хорошая	< 5,0	24	10	38	32	20	30	-
	> 5,0	28	10	42	36	26	38	-
Б. Осушенные								
Слабая	< 5,0	46	28	54	46	36	56	-
	> 5,0	54	36	64	56	50	64	-
Средняя	< 5,0	52	30	60	52	42	62	-
	> 5,0	60	38	70	62	56	70	-
14) Почвы торфяные болот переходного типа								
А. Не осушенные								
Средняя	< 5,0	14	10	22	16	14	22	-
	> 5,0	18	10	26	18	20	28	-
Хорошая	< 5,0	20	10	32	22	20	28	-
	> 5,0	24	10	38	24	26	32	-
Б. Осушенные								
Слабая	< 5,0	36	28	54	40	34	56	-
	> 5,0	46	36	64	46	50	64	-
Средняя	< 5,0	42	30	60	46	40	62	-
	> 5,0	52	38	70	52	56	70	-

ГСП	Баллы бонитета						
	яровые зерновые	рожь озимая	многолетние травы	картофель	кормовые корнеплоды	капуста	культурные пастбища
15) Дерново-карбонатная маломощная щебенчатая							
Песчаные и супесчаные	24	26	18	18	20	14	22
Легкосуглинистые и суглинистые	34	30	28	24	26	20	26
Тяжелосуглинистые и глинистые	36	30	32	24	26	24	36