

**МЕЛИОРАЦИЯ
ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫХ
ЗЕМЕЛЬ**

Сборник научных работ

Том XLIX

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
БЕЛОРУССКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МЕЛИОРАЦИИ И ЛУГОВОДСТВА

**МЕЛИОРАЦИЯ
ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫХ
ЗЕМЕЛЬ**

Сборник научных работ

Том XLIX

Минск

2002

Изложены результаты научных исследований по проблемам оптимизации водного режима осушенных почв, совершенствования эксплуатации мелиоративных систем, повышения продуктивности сельскохозяйственных культур, интенсификации луговодства и семеноводства многолетних трав.

Рецензенты:

доктор биологических наук, профессор *Т.А. Романова*
доктор технических наук, профессор *Э.И. Михневич*

Редакционная коллегия:

А.П. Лихацевич (ответственный редактор)
Н.К. Вахонин, А.С. Мееровский, Ф.В. Саплюков, П.К. Черник

*А.И. Лихачевич, А.В. Копытовских, А.И. Чижик***РЕГУЛИРОВАНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА НА ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ,
ИСПОЛЗУЕМЫХ ПОД ДОЛГОЛЕТНИЕ СЕНОКОСЫ В УСЛОВИЯХ
БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ**

Сельскохозяйственное использование осушенных торфяных почв объективно сопровождается минерализацией органического вещества торфа. На интенсивность этого процесса определяющее влияние оказывают увлажнение корнеобитаемого слоя и направление сельскохозяйственного использования. При возделывании пропашных или других культур, плохо переносящих переувлажнение и требующих интенсивной обработки, торфяные почвы достаточно быстро изменяют свою структуру и на последних стадиях эволюции трансформируются сначала в антропогенно преобразованные органоминеральные, а затем в минеральные остатки торфянило. При этом постепенно ухудшаются их водно-физические свойства, в результате снижается почвенное плодородие, падает урожайность сельскохозяйственных культур.

В периоды засух на торфяных почвах с нерегулируемым водным режимом, помимо повышенной интенсивности разложения органического вещества торфа, высока вероятность возникновения пожаров. А при выгорании торфа на пониженных участках обычно образуются пирогенно-перегнойные, а на повышенных – пирогенно-минеральные низкокислородные образования, на которых невозможно эффективно вести сельскохозяйственное производство.

Отмеченные факты можно охарактеризовать как экологически небезопасные [1, 2]. Предотвратить или хотя бы существенно замедлить их наступление можно только при достаточно высокой увлажненности зоны аэрации и сельскохозяйственном использовании торфяных почв в направлении, соответствующем повышенному влагосодержанию в корнеобитаемом слое. Поэтому очевидна целесообразность организации дополнительного увлажнения осушаемых торфяников. Однако научное обоснование данного предложения требует более углубленной экономической оценки.

Технологии увлажнения осушенных земель реализуются с помощью мелкоразливных систем двустороннего действия. Построены такие системы и в Белорусском Поозерье. Регулирование водного режима на них осуществляется, как правило, посредством шлозования. Но в последние годы по разным причинам управление водным режимом на торфяных почвах практически не осуществляется. Например, при инвентаризации мелкоразливных систем в Сенненском районе Витебской области, выявленной с нашим участием в 1998–1999 гг., установлено, что 77 % шлозов-регуляторов на этих системах имеют различные неисправности, требуют текущего и капитального ремонтов. Все это приводит к тому, что на торфяных почвах практически ежегодно ощущается недостаток почвенной влаги, складывается неблагоприятный водный режим, сопровождающийся повышенной интенсивностью минерализации торфа даже при использовании торфяников под долготлетние сенокосы и пастбища.

В Сенненском районе Витебской области, согласно инвентаризации, выявлено 833 га сельскохозяйственных угодий (около 3% осушенных земель), представленных преимущественно мелкозалежными, минерализованными, частично выгоревшими торфяниками и бывшими торфоплощадками, на которых в результате перационального использования плодородие почвы снизилось настолько, что дальнейшее эффективное ведение сельского хозяйства на них практически невозможно. В связи с высокой стоимостью восстановления эти земли были рекомендованы инвентаризационной комиссией к переводу из категории осушенных в земли несельскохозяйственного использования [3].

Решение проблемы сохранения торфяных почв связано с поиском многокритериального эколого-экономического оптимума. Причем маловероятно, что искомый оптимум попадет на крайние варианты: либо полное прекращение эксплуатации осушительных систем и повторное заболачивание территории, ведущие к значительному сокращению площадей сельхозугодий, либо интенсивное использование торфяных почв в системе полевых севооборотов в не щадящем почву режиме.

В порядке поиска ответа на поставленный вопрос коллективом Витебской опытно-мелиоративной станции с 1988 г. проводятся опытно-эксплуатационные работы по оперативному регулированию уровней грунтовых вод с помощью шлюзования на площади 200 га на объекте "Кривинка", расположенном на землях Витебского экспериментального хозяйства. Данная осушительно-увлажнительная система имеет гарантированный источник водоснабжения. Почвы участка представлены древесно-осоковым и осоковым торфом глубиной 2-5 м со степенью разложения 45-55%. Использование земель осуществляется под долготелние сенокосы при двухукосной технологии возделывания многолетних трав.

Схема опыта представляет собой однофакторный эксперимент, учитывающий способы управления водным режимом, в качестве которых рассматривался односторонний сброс избыточной влаги при осушении торфяных почв закрытым горизонтальным дренажем и двустороннее регулирование водного режима на осушенных землях посредством шлюзования. Контролем служил вариант опыта на почвах, осушенных редкой сетью открытых каналов. В последнем варианте дренажные трубы в устьевой части закрытых коллекторов были наглухо перекрыты, т.е. дренаж не действовал. Очевидно, что водный режим на этом участке формировался искусственно, сохранялось осушительное действие только редкой открытой проводящей сети. Поэтому контроль можно охарактеризовать как вариант с пониженным гидрологическим воздействием на осушаемую площадь.

Управление УГВ на участке двустороннего регулирования выполнялось по методике Г.И. Афанасика [4]. Расчеты показали, что для объекта исследований оптимальный диапазон УГВ находится для многолетних трав в пределах 0,6-0,9 м. Меньшие значения УГВ целесообразны для засушливых периодов вегетации, большие - для периодов с избыточным увлажнением. Во время длительных засух допустим подъем уровней грунтовых вод до 0,5 м от поверхности земли.

Ранее было установлено, что наиболее высокая энергетическая и экономическая эффективность производства многолетних трав сенокосного использования на торфяных почвах имеет место при средних уровнях агрофона, т.е. при проектной урожайности 5-8 т/га сухой массы [5]. С учетом этого рассчитан фон минеральных удобрений, принятый одинаковым для всех вариантов опыта - $N_{120}P_{40}K_{80}$. Уборка первого укоса проводилась в июне в фазу начала колошения злаков, второй укос убирался в августе. В отдельные годы осенью по отаве выпасался скот, урожай отавы не учитывался.

В табл. 1 приведены осредненные данные по относительной влагообеспеченности и водному режиму на вариантах опыта в годы исследований. Данные таблиц свидетельствуют о том, что наиболее равномерный режим увлажнения был обеспечен при двустороннем регулировании водного фактора. Вариант с дренажем характеризуется наличием периодов, когда влажность почвы опускалась ниже диапазона оптимальной влажности, а на варианте с открытой сетью наблюдались периоды избыточного увлажнения почвы.

На рис. 1-3 представлены графики зависимости урожайности многолетних трав от гидротермических коэффициентов (ГТК) Г.Т. Селянинова по вариантам опыта и схем определения оптимальных значений гидротермического коэффициента, при которых формируется наиболее близкий к оптимуму водный режим, а урожайность достигает максимальных значений.

На рис. 4 приведена гистограмма и теоретическая функция плотности распределения гидротермических коэффициентов Г.Т. Селянинова для рассматриваемого региона за май

август [6]. По данным статистических расчетов, среднемноголетнее значение ГТК за май-август составляет 1,49 при стандартном отклонении 0,42.

Таблица 1. Гидротермические коэффициенты Г.Т. Селянинова за май-август, осредненные за период вегетации, уровни грунтовых вод и влажность почвы в слое 0-30 см

Год	Гидротермический коэффициент (ГТК)	Уровни грунтовых вод (УГВ), см			Влажность почвы, % от наименьшей влагоемкости		
		осушение дренажем	шлюзование	осушение открытой сетью	осушение дренажем	шлюзование	осушение открытой сетью
1988	1,95	55	56	42	106	107	127
1989	1,77	75	62	54	86	84	97
1990	1,77	72	67	52	90	89	98
1991	1,55	98	74	69	74	92	95
1992	0,89	136	80	108	34	66	54
1993	1,04	72	72	68	78	82	93
1994	1,17	127	79	98	44	69	56
1995	1,39	92	70	65	53	74	92
1996	1,29	109	73	68	48	71	84
1997	1,52	88	68	70	67	94	96
1998	1,70	70	63	46	84	87	101
1999	1,03	127	79	112	32	59	48
2000	1,76	68	62	44	88	87	98
2001	1,87	61	57	40	92	90	112

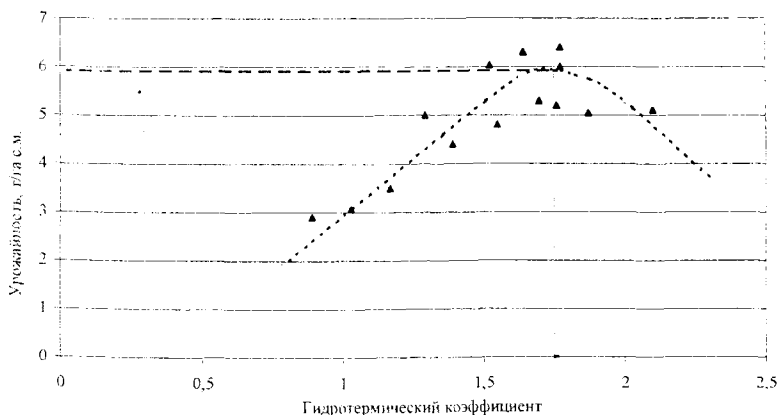


Рис. 1. Зависимость урожайности многолетних трав на осушенном горизонтальным дренажем участке от ГТК за май-август и схема определения графическим методом оптимального значения ГТК.

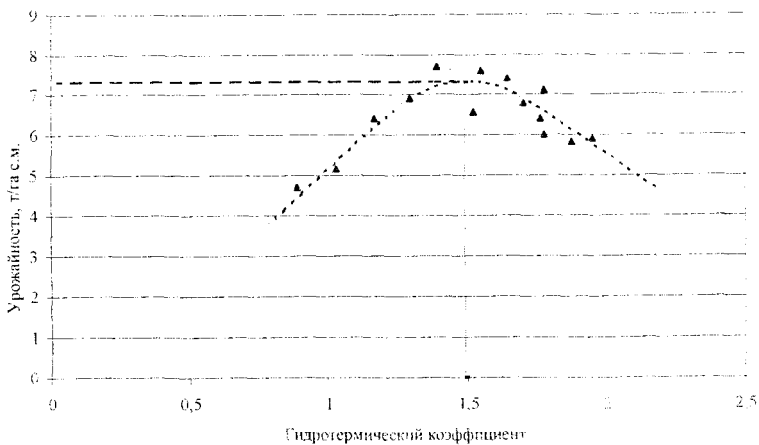


Рис. 2. Зависимость урожайности многолетних трав на участке со шлюзованием от ГТК за май-август и схема определения графическим методом оптимального значения ГТК

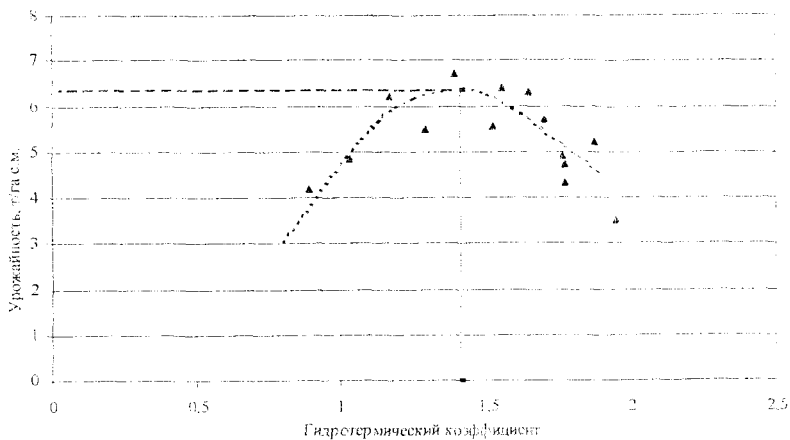


Рис. 3. Зависимость урожайности многолетних трав на осушенном открытом участке от ГТК за май-август и схема определения графическим методом оптимального значения ГТК

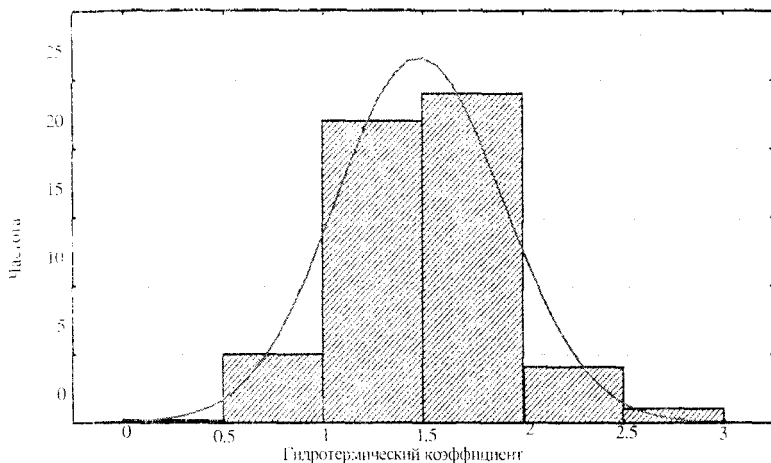


Рис.4. Гистограмма и теоретическая плотность распределения ГТК за май-август

Очевидно, что наиболее рациональным вариантом управления водным режимом следует считать тот, который обеспечивает совпадение максимумов урожайности с нормой влагообеспеченности, поскольку близкие к норме значения ГТК при нормальном распределении этой величины имеют наиболее частую повторяемость в годовых статистических рядах. В опытах установлено, что для варианта с закрытым дренажем максимум урожайности наблюдается в периоды с ГТК = 1,65-1,75, при шлюзовании – с ГТК = 1,45-1,55 и на варианте с открытой сетью – с ГТК = 1,35-1,45. Следовательно расчеты подтвердили, что в нашем случае максимум урожайности практически совпадает с нормой ГТК только на варианте двустороннего регулирования водного режима.

По данным наблюдений за 1988–2001 гг., с учетом наличия связи урожайности сельскохозяйственных культур с влагообеспеченностью периодов вегетации, получены эмпирические модели урожайности многолетних трав по вариантам опыта в зависимости от гидротермического коэффициента, рассчитанного за вегетационный период [5]. Результаты приведены в табл. 2. Причем наиболее точное математическое описание опытных данных получено при использовании полинома третьей степени.

Таблица 2. Зависимость урожайности многолетних трав от гидротермического коэффициента Г.Т. Селянинова (ГТК) за период вегетации при различных способах регулирования водного режима

Фон минеральных удобрений	Способ регулирования водного режима почвы	Модель урожайности U, т/га с.м.
N ₁₂₀ P ₄₀ K ₈₀	Шлюзование	$U = -7,84 + 20,59ГТК - 7,70(ГТК)^2 + 0,41(ГТК)^3$
	Осушение закрытым дренажем	$U = -0,11 - 1,92ГТК + 7,83(ГТК)^2 - 2,72(ГТК)^3$
	Осушенные открытой сетью	$U = -15,40 + 36,36ГТК - 18,72(ГТК)^2 + 2,72(ГТК)^3$

сухого вещества, 3,30 т/га к.е. и 35,31 Гдж/га обменной энергии. Результаты расчетов приведены в табл. 5.

Таблица 5. Урожайность луговых травостоев с 1 га за годы исследований, т

Год	Шлюзование на фоне осушения закрытым дренажем		Осушение открытой сетью		Осушение закрытым горизонтальным дренажем	
	сухого вещества	овсяных кормовых единиц	сухого вещества	овсяных кормовых единиц	сухого вещества	овсяных кормовых единиц
1996	6,90	4,65	5,49	3,69	5,30	3,37
1997	6,55	4,38	5,54	3,62	6,03	4,13
1998	6,78	4,52	5,70	3,62	5,29	3,54
1999	5,15	3,41	4,85	2,87	3,97	2,07
2000	6,40	4,17	4,90	2,83	5,20	3,42
2001	5,81	3,81	5,20	2,84	5,05	3,29
Среднее	6,27	4,16	5,28	3,24	4,94	3,36

Для оценки эффективности регулирования водного режима с учетом затрат на производство растениеводческой продукции, согласно методике, эффективности внедрения новых технологий выполнены экономические расчеты, представленные в табл. 6 [8].

Таблица 6. Экономическая эффективность приемов управления водным режимом

Способ регулирования водного режима	Затраты на единицу продукции $U_{рл}$, у.е./т к.е.	Интегральный коэффициент ресурсных затрат $K_{рл} = U_{рл} / U_{рб}$	Экономия удельных затрат ресурсов $\Delta U = U_{рб} - U_{рл}$, у.е./т к.е.	Уровень интенсификации производства, % $I = 100(1/K_{рл} - 1)$
Шлюзование	22,8	0,81	5,40	23
Осушение закрытым дренажем	27,7	0,98	0,50	2
Осушение открытой сетью	28,2	-	-	-

В зависимостях, приведенных в табл. 6, $U_{рл}$ и $U_{рб}$ означают затраты на единицу продукции, выраженной в кормовых единицах по новому и базовому вариантам соответственно. За базовый принят вариант осушения открытой сетью, как наиболее энергоемкий. Более высокая энергоемкость этого варианта обусловлена меньшим выходом качественной продукции. Эффективность определена в условных единицах (у.е.), при этом одна условная единица принята эквивалентной одному доллару США.

Из табл. 6 видно, что наиболее высокий уровень интенсификации производства составляющий 23 %, обеспечивается при двустороннем управлении водным фактором. Вариант осушения закрытым дренажем незначительно превосходит вариант без регулирования.

В целях изучения влияния способов регулирования водного режима на интенсивность сработки торфяной залежи в 1992 и 2000 гг. выполнена топографическая съемка поверхности участков опыта. В табл. 7 приведены усредненные данные о величине сработки торфа.

Наиболее низкие темпы сработки характерны для варианта двустороннего регулирования водного режима, а наиболее высокие – для варианта осушения дренажем

осушение способствовало активизации ферментов, участвующих в реакциях окисления. Для варианта со шлозованием отмечена более высокая по отношению к варианту осушения дренажем микробиологическая активность почвы только в поверхностном двадцатисантиметровом слое, в то время как при осушении дренажем усиление микробиологической активности происходило во всей зоне арации, мощность которой превышала соответствующий показатель по сравнению с вариантом двустороннего регулирования в среднем в 1,5 раза.

Таблица 7. Сработка торфа за 1992-2000 гг. при различных способах регулирования водного режима

Способ регулирования водного режима	Сработка торфа за весь период, см	Средняя интенсивность сработки торфа, см/год
Шлозование	11,43	1,27
Осушение закрытым дренажем	19,53	2,17
Осушение открытой сетью	12,15	1,55

Наиболее интенсивно процессы минерализации происходят при одностороннем осушении, поскольку при этом водный режим смещается в сторону большей засушливости в сравнении с вариантом двустороннего регулирования. На торфяных почвах без дополнительного увлажнения уровень каталазы и децидрогеназы увеличился более чем в 2 раза по отношению к варианту с двусторонним регулированием водного режима. Убедительным подтверждением усиления окислительных функций в почве служит увеличение азот-, углерод- и серотрансформирующих микроорганизмов. Под действием осушения возрастала численность азотобактера, аэробных целлюлозоразрушителей и тионовых бактерий, участвующих в реакциях окисления соединений, содержащих соответственно азот, углерод и серу. В то же время осушение ингибировало развитие анаэробных целлюлозоразрушителей, анаэробных азотфиксаторов рода *Clostridium* и сульфатредуцирующих бактерий. То есть осушение способствует усилению окислительных реакций в почве.

Таким образом, в условиях недостатка материальных ресурсов в качестве временной, компромиссной меры возможно и экономически оправдано ведение лугопастбищного хозяйства на торфяных почвах без двустороннего регулирования, и без применения дренажа. Однако условием успешного ведения такого хозяйства является обеспечение хозяйств уборочной техникой с высокой проходимостью и небольшим удельным давлением на почву, поскольку около 40 % уборочных работ приходится на периоды с избыточным содержанием почвенной влаги. При использовании в этом случае обычной техники, помимо отрицательного воздействия на почвенный покров, технологические потери урожая, связанные с условиями уборки, на практике могут достигнуть 30 % и более. Поэтому, с учетом фактически получаемой продукции и ее качества, вариант с осушением земель закрытым дренажем предпочтителен варианту осушения открытой сетью. Вместе с тем, с учетом актуальности задачи сохранения торфяных почв этот вариант также не является оптимальным. Наиболее эффективным для торфяных почв следует считать двустороннее регулирование УГВ.

Литература

1. Бамбатов Н.Н. Стадии антропогенной эволюции осушенных торфяных почв /Эколого-экономические принципы эффективного использования мелиорированных земель. (Материалы конференции). – М.: БелВНИИМЛ, 2000. – С.7-11.
2. Зайгельман Ф.Р. Почвы Полесья – гидрология, эколого-мелиоративная оценка и мониторинг. Там же. – С.12-16.

3. Копытовских А.В., Туруто В.Я., Чембрович И.И., Копытовских И.С. Сводные материалы инвентаризации мелиоративных систем по району /Инвентаризация мелиоративных систем на территории Витебской области. Т. XVIII. Сенненский район. Кн. 1, 1999.- 33с.
4. Рекомендации по оперативному регулированию уровней грунтовых вод. – Мн.: БелНИИМиВХ, 1984. – 7 с.
5. Лихаевич А.П., Копытовских А.В., Чижик А.И. Эффективность управления водным режимом на торфяных почвах, используемых под долголетние сенокосы /Эколого-экономические принципы эффективного использования мелиорированных земель. (Материалы конференции). – Мн., 2000. – С.119-123.
6. Селянинов Г.Т. Принципы агроклиматического районирования СССР /Вопросы агроклиматического районирования СССР. – М.: Миссельхозиздат, 1958. – С.7-13.
7. Ларин И.В. Луговое хозяйство и пастбищное хозяйство. – Л.: Колос, 1969 – С. 62,153.
8. Клапп Э. Сенокосы и пастбища (Пер. с нем.). – М. Колос, 1961. – С. 382-414.
9. Севернев М.М. Энергосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве.- Мн.: Ураджай, 1994. – 221 с.
10. Сивиньш Н.В. Продуктивность пойменных лугов. – Мн.: Ураджай, 1961. – С. 382-414.
11. Щеглов В.В., Боярский Л.Г. Корма. Приготовление, хранение, использование. Справочник. – М.: Агропромиздат, 1990. – С. 165-170.

Резюме

Управление водным режимом позволит довести уровень интенсификации производства до 20-25 % по отношению к базовому варианту и может служить достаточно мощным рычагом укрепления базы кормопроизводства в Белорусском Поозерье. Эксплуатационные мероприятия по управлению водным режимом, обеспечивающие стабилизацию уровней грунтовых вод в требуемом диапазоне, позволят существенно снизить темпы минерализации органического вещества торфа и будут способствовать сохранению и эффективному использованию торфяных почв.

Ключевые слова

водный режим, торфяные почвы, долголетние сенокосы, урожайность трав.

Ляхавич А.П., Месеровский А.С., Вахонин Н.К. Стратегия развития мелиорации и использования осушенных земель в Белорусском Полесье	5
Тиво П.Ф., Шкутов Э.П. Состояние и резервы повышения продуктивности мелиорированных сельскохозяйственных угодий	13
Месеровский А.С., Веренич А.Ф., Крюкова Л.И., Бобровский П.А. Продуктивность травосмесей при многоукосном использовании в условиях регулируемой поемности	21
Веренич А.Ф. Экономические проблемы охраны окружающей среды при функционировании сельскохозяйственных предприятий	28
Ляхавич А.П., Коштыговских А.В., Чижик А.П. Регулирование водного режима на торфяных почвах, используемых под долготлетние сенокосы в условиях Белорусского Поозерья	31
Карнаухов В.И. Особенности структуры пульсации продольных скоростей потока в руслах сложного сечения	41
Русецкий А.П. Динамика потоков в затопляемых польдерах и обоснование пропускной способности водосливов-прорезей	48
Коштыговских А.В. Формирование режима влажности связанных почв при использовании агрометеорологических приемов по рыхлению-целеванию на минеральных осушенных землях	60
Русецкий А.П., Шкабаро Л.С., Козьяковская С.П., Баранова С.В. Вопросы оптимизации эксплуатационного регулирования водного режима осушаемых земель польдеров	68
Коштыговских А.В., Чижик А.П., Волкова Е.И. К прогнозу гидротермического режима периодов вегетации с использованием сезонных метеорологических факторов	75
Митрахович А.И., Авраменко П.М. Регулирование водного режима почв в Полесье вертикальным дренажем	78
Тиво П.Ф., Цигиников Г.Н., Крутько С.М. Запленение дренажных засыпок биоинженерных сооружений	83
Погодин П.П., Симченков Г.В., Хомяков А.Г., Шатило С.В. Способ повышения продуктивности дерново-подзолистых увлажненных почв	89
Черник П.К., Рудой О.А., Основиц С.В., Брезгунов А.В. Оценка влияния различных факторов на качество приоттавливаемых силосованных кормов	99
Кузачковская Т.В. Интенсивность разложения клетчатки как метод изучения биодоступности активности органической и минеральной почвы	108
Щуцалов Я.М. Сжимаемость торфа с нарушенной структурой и композиционных составов для условий трехфазной системы	117
Кондратьев В.И., Свирилович Т.Г., Самбурский Г.М. Укрепление осушительных каналов с применением биополотна и армированными неспроросшими травяными коврами	123
Леуто П.Э., Чижик А.П., Василенок А.Я., Спартак В.Е. Состав сенокосных травосмесей на переувлажненных минеральных землях со сложным почвенным покровом в Поозерье	126
Леуто П.Э., Саквенков К.М., Пивоварова Ю.Г. Продуктивность сельскохозяйственных культур на дерново-глебовых почвах в Поозерье	130
Кондратьев В.И., Гуринович М.И. Новая технология выращивания кормовой свеклы	136
Макаро В.М., Витковский Г.В. Влияние сроков и норм высева бобовых трав на старовозрастной задаково-разнотравный травостой	140
Довнар П.В. Сохраняемость головок у клевера лугового при их созревании	143
Барановский А.З. Удобрение сеяных трав на торфяных почвах	146
Бирюкович А.Л. К вопросу о методике математической обработки полевого трехфакторного опыта в луговодстве	154
Довнар П.В. Фон опылителей как фактор семенной продуктивности клевера лугового	157
Вахонин Н.К. Некоторые проблемы принятия решений в растениеводстве на мелиорированных землях	160
Вахонин Н.К., Писецкий Г.А. Генерирование рядов осадков методами Монте-Карло для целей оптимизации параметров мелиоративных систем	172
Вахонин Н.К., Сороговец Ю.В. База данных мониторинговых наблюдений для информационного обеспечения принятия решений	179