

**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

ФОРМИРОВАНИЕ РЕЖИМА ВЛАЖНОСТИ СВЯЗНЫХ ПОЧВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АГРОМЕЛНОРАТИВНЫХ ПРИЕМОВ ПО РЫХЛЕНИЮ-ЩЕЛЕВАНИЮ НА МИНЕРАЛЬНЫХ ОСУШЕННЫХ ЗЕМЛЯХ

К настоящему времени эффективность агромельноративных мероприятий по глубокому рыхлению-щелеванию минеральных осушенных земель среднего и тяжелого механического состава (от связных супесей до средних глин) с избыточной плотностью сложения и низкой водопроницаемостью подпахотных горизонтов подтверждена многочисленными полевыми экспериментами. Установлено, что в условиях Республики Беларусь указанное мероприятие позволяет увеличить урожайность практически всех сельскохозяйственных культур в среднем на 15-25 %. В редких случаях прибавки урожая могут достигать 80-90 % [1].

Вместе с тем в процессе полевых исследований установлены отдельные случаи отрицательного воздействия глубокого рыхления и щелевания на урожай [2]. Например, выполненные нами исследования в 1998 избыточно влажном году на среднеуглинистых осушенных горизонтальным дренажом почвах Витебского экспериментального хозяйства при рыхлении земель в условиях транзитно-аккумулятивного агромикрорландшафта на объекте "Кривинки" показали, что проведенная обработка почвы не только не способствовала усилению осушительного действия дренажа, но, наоборот, привела к дополнительному накоплению излишней влаги в почве, а именно: средняя за период вегетации (май-сентябрь) влажность почвы увеличилась от 99 до 112 % от наименьшей влагоемкости (НВ). В результате урожайность вико-овсяной смеси снизилась с 3,1 т/га с.м. на контроле (без щелевания) до 1,5 т/га с.м. на варианте с обработкой почвы на глубину 40 см и расстоянием между проходами рабочих органов рыхлителя 50 см, т.е. на 52 %.

В 1999 засушливом году при сплошном разуплотнении почвы унифицированным агрегатом УПК-4-45 на связных супесчаных почвах для эловально-аккумулятивного агромикрорландшафта объекта «Богданово» получено снижение урожайности овса с 14,2 ц/га при обычной обработке (отвальная вспашка на глубину 20 см) до 13,3 ц/га при разуплотнении. Общее снижение урожайности составило 6 %.

В том же 1999 г. на легкосуглинистых осушенных почвах для эловально-аккумулятивного агромикрорландшафта объекта «Королевичи» при аналогичной обработке почвы урожай ячменя снизился с 12,9 до 12,1 ц/га, т.е. на 6 %. При этом в обоих случаях для засушливого года рыхление приводило к дополнительному снижению влажности почвы по отношению к контрольным вариантам.

Выводы о неэффективности рыхления осушенных дерново-подзолистых почв в условиях засух для Нечерноземной зоны России сделаны также Г.Ю. Рабиновичем, Д.А. Ивановым, И.Н. Бордадымовой [3].

С другой стороны, Р. Эггельсман утверждает, что при годовом количестве осадков более 600 мм рыхление может быть эффективным только на более мощных по осушительному эффекту мелноративных системах в сравнении с обычными системами дренажа, применяемыми на практике [4].

Относительно неосушенных переувлажненных или периодически переувлажняемых минеральных земель многочисленными авторами однозначно установлено, что глубокое рыхление их нецелесообразно в связи с вероятным увеличением степени переувлажнения почвы [5-8].

Существующие осушительные мелноративные системы проектировались на определенную влагообеспеченность периода вегетации. На практике надежность таких систем составляет 70-75 %, а опыт их эксплуатации показывает, что в годы с большим

количеством осадков значения влажности почвы могут достигать на мелиорированных землях значений, близких к полной влагоемкости почвы. Кроме того, при недостаточном в последние годы внимании к эксплуатационным мероприятиям, ремонту и реконструкции гидромелиоративных систем происходит их постепенный износ и физическое старение (заилнение дренажа, колыматация дренажных фильтров, выход из строя гидротехнических сооружений и др.). Понятно, что во влажные годы такие осушительные системы не могут справиться с требуемой мелиоративной нагрузкой. При проведении мероприятий по рыхлению-щелеванию на таких системах доминирующим эффектом во влажные годы становится не осушительный, а влагоаккумулирующий эффект. На рыхленных почвах при большом количестве осадков происходит их интенсивная аккумуляция хорошо водопроницаемым подпахотным и пахотным горизонтами. При этом в случае недостаточной интенсивности работы осушительных систем происходит заметное повышение уровней грунтовых вод, усиливается подпитывание почвы грунтовыми водами, почва переувлажняется. Подобные факты неоднократно отмечались нами в полевых экспериментах.

Таким образом, существует определенный диапазон оптимального гидротермического режима периода вегетации, при котором мероприятия по рыхлению и щелеванию почвы являются эффективными. Поэтому обоснованное планирование данных мероприятий возможно только на основе долгосрочных гидрометеорологических прогнозов периодов вегетации, поскольку решение об их проведении должно приниматься заблаговременно, до наступления вегетационного периода.

Наиболее точно воспроизвести режим влажности почвы можно с использованием уравнения водного баланса. Однако в этом уравнении используются текущие, например, декадные или пятидневные гидрометеорологические факторы (осадки, температура воздуха как фактор испарения), предварительное прогнозирование которых затруднено. Значительно проще осуществить прогноз вегетационного периода в целом, например, на основе синоптико-статистических расчетов. Подобная система прогноза гидротермического режима предстоящего периода вегетации разработана Витебской ОМС. Опытно-производственная эксплуатация системы позволяет сделать выводы о 75-80%-ной надежности прогнозов, что на вполне удовлетворительном уровне может

$$ГТК = \frac{\sum X_{010}}{0,1 \sum T_{010}}, \quad (1)$$

обеспечить решение вопросов о целесообразности проведения агро-мелиоративных мероприятий.

При агроклиматическом районировании территории СССР Г.Т. Селяиновым предложено использовать гидротермические коэффициенты (ГТК) [9]; где X – суточные исправленные осадки при температурах более 10°C за период вегетации, мм; T – среднесуточные температуры воздуха более 10°C .

М.Г. Голченко показана возможность использования гидротермических коэффициентов при характеристике тепло- и влагообеспеченности периодов вегетации на территории республики. В первом приближении считается, что при значении ГТК > 2 увлажненность территории избыточная, при ГТК = 1-2 – достаточная и при ГТК < 1 – недостаточная [10]. Имеется также довольно высокая корреляционная связь между ГТК и влажностью почвы, ГТК и урожайностью сельскохозяйственных культур [9,11].

Используя в качестве критерия влагообеспеченности периодов вегетации гидротермические коэффициенты, а также обобщив опытные данные по эффективности рыхления-щелевания за 1992-2000 гг., нами разработана методика оценки применимости агро-мелиоративных приемов по рыхлению-щелеванию пахотного и подпахотного горизонтов почвы и выбора параметров обработки (глубина и расстояние между проходами рабочих органов) на основе оптимизации влажности почвы в различные по тепло- и влагообеспеченности годы (табл.1).

Таблица 1. Применение рыхления-шелевания для связных почв осушенных минеральных земель с учетом гидротермического режима периодов вегетации и типа агромикрорландшафтов

Тип агромикрорландшафта	Влагообеспеченность периода вегетации		
	избыточная	достаточная	недостаточная
Элювиальный	+	-	-
Элювиально-аккумулятивный	-	+	-
Транзитный	+	+	-
Транзитно-аккумулятивный	-	-	+
Аккумулятивный	-	-	+

Из таблицы видно, что применение глубокого рыхления и шелевания наиболее эффективно для элювиально-аккумулятивных и транзитных ландшафтов, поскольку только для них обеспечивается эффективность приема в нормальные по гидротермическому режиму годы (т.е. с достаточной влагообеспеченностью), составляющие в статистических рядах большинство.

Именно для этих типов агромикрорландшафтов и зернотравяного севооборота нами установлен оптимальный диапазон ГТК, обеспечивающий эффективность глубокой обработки почвы (см. табл. 2). Для этих же типов агромикрорландшафтов ниже приведена подробная методика расчетов с учетом параметров обработки почвы.

Таблица 2. Оптимальный диапазон гидротермического режима периодов вегетации при проведении рыхления-шелевания для зернотравяного севооборота

Культура севооборота	Оптимальный диапазон ГТК
Яровые колосовые	1,3...2,0
Однолетние травы	1,3...2,0
Зернобобовые	1,3...2,0
Многолетние травы первого года	1,3...2,0
Многолетние травы последующих лет	1,1...2,0
Озимые колосовые	1,1...2,0

Решение о целесообразности проведения мероприятий в конкретный по тепловлагообеспеченности год, выбор параметров обработки (глубины обработки и расстояния между проходами стоек рыхлителей-шелевателей) и, в конечном итоге, технологических средств, соответствующих заданным параметрам при проведении работ на минеральных мелнированных землях в пределах элювиально-аккумулятивных и транзитных агромикрорландшафтов в диапазоне от связных сунесей до тяжелых суглинистых почв с объемной массой в пахотном слое $1,3-1,6 \text{ г/см}^3$, принимается на основе следующего уравнения:

$$W_{\min} \leq W = W^* \pm [A \text{ abs}(ГТК - ГТК^*) - B \ln L - C \ln H + D] \leq W_{\max}, \quad (2)$$

где W – средняя за вегетационный период влажность почвы в слое 0-30 см (в % от НВ) при проведении агромелиоративных приемов по рыхлению-шелеванию;

W^* – влажность равновесия в % НВ, определяемая из соотношения (3), при которой проведение мероприятий по рыхлению-шелеванию почвы практически не влияет на показатели средней за вегетацию влажности почвы в пахотном слое, при этом знак \pm перед квадратными скобками используется при $ГТК \geq ГТК^*$, и знак $-$ в противном случае; графически влажность равновесия представляет собой ординату точки пересечения графиков зависимости влажности почвы от $ГТК$ при рыхлении-шелевании и на контроле

(без агрометеорологических мероприятий) и определяется при решении системы уравнений, выражающих указанные зависимости, относительно W :

A, B, C, D – коэффициенты уравнения регрессии, зависящие от объемной массы почвы в пахотном слое и определяемые выражениями (4)–(7);

abs – абсолютная величина выражения в скобках;

$ГТК$ – гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова за вегетационный период, определяемый по формуле (1);

$ГТК^*$ – гидротермический коэффициент равновесия, вычисляемый по уравнению (8), при котором мероприятия по рыхлению-щелеванию практически не влияют на среднюю за период вегетации влажность почвы, графически этот коэффициент представляет собой абсциссу точки пересечения графиков зависимости влажности почвы от $ГТК$ при рыхлении-щелевании и на контроле (без агрометеорологических мероприятий) и определяется при решении системы уравнений, выражающих связь между влажностью и $ГТК$, относительно $ГТК$:

L – расстояние между проходами рабочих стоек рыхлителей, см;

H – глубина рыхления-щелевания, см;

$W_{кв}$ – влажность почвы % НВ, соответствующая полной влагоемкости;

$W_{мин}$ – минимально возможная влажность почвы на диагностируемом объекте, определяемая водным балансом территории участка; при отсутствии данных по этому показателю $W_{мин}$ можно принимать равной максимальной гигроскопичности почвы.

Влажность равновесия W^* определяется из соотношения

$$W^* = 65,37a^{0,77} H^{0,10} L^{0,02}, \quad (3)$$

где a – объемная масса почвы в пахотном слое, г/см³;

H и L – параметры рыхления-щелевания, м.

Коэффициенты уравнения регрессии A, B, C, D рассчитываются по зависимостям:

$$A = 897,15a - 287,41a^2 - 603,50 \quad (4)$$

$$B = 27,18a - 28,77 \quad (5)$$

$$C = 13,97a - 12,87 \quad (6)$$

$$D = 127,62a - 102,35 \quad (7)$$

Гидротермический коэффициент равновесия определяется по уравнению

$$ГТК^* = 1,54a^{0,55} H^{0,07} L^{0,01}, \quad (8)$$

где H и L – параметры рыхления-щелевания, м.

С учетом действия мероприятий по рыхлению-щелеванию в течение ряда лет и изменению водно-физических свойств почвы в последующие годы по логистическому закону при возврате их в исходное, равновесное состояние среднюю за период вегетации влажность почвы можно определить по математической модели логистического типа АРКТАН

$$W_T = (W_k - W) \left[\arctg(mT + n) + \pi / 2 \right] / \pi + W, \quad (9)$$

где W_T – средняя за вегетацию влажность почвы (в % от НВ) в год T после проведения приема по рыхлению-щелеванию;

W_k – средняя за период вегетации влажность почвы в расчетный год заданной тепло-влажностнообеспеченности (первый, второй, третий и т.д.) при отсутствии обработок по рыхлению-щелеванию, определяемая предварительно на основе непосредственных измерений или по зависимости (10);

W – средняя за вегетацию влажность почвы в год заданной тепло-влажностнообеспеченности (первый, второй, третий и т.д.) при наличии обработок по рыхлению-щелеванию, вычисляемая по зависимости (2) для расчетного года;

T – период времени от начала обработки, $T = 1, 2, 3, 4, \dots$ лет;

m, n – параметры кривой, определяемые из уравнений (11), (12);

$\pi = 3,1416, \dots$ – параметр приведения зависимой переменной в диапазон 0...1;

$\pi/2$ – параметр центровки кривой относительно начала координат.

Средняя за период вегетации влажность почвы в расчетный год заданной тепло-влажностной обеспеченности при отсутствии обработок по рыхлению-шелеванию может быть приближенно определена по зависимости

$$W_k = -91,07 + 236,68ГТК - 129,18a - 14,99(ГТК)^2 - 83,19aГТК + 96,30a^2. \quad (10)$$

Параметры кривой m и n вычисляются по уравнениям

$$m = 9,44 + 5,20 \ln H - 3,77 \ln L, \quad (11)$$

$$n = -25,49 - 16,77 \ln H + 11,95 \ln L, \quad (12)$$

где H и L – параметры рыхления-шелевания, м.

Глубина рыхления-шелевания зависит от механического состава почвы и ее водопроницаемости. На супесчаных почвах при средней водопроницаемости достаточно выполнять обработку почвы на глубину до 0,4 м, на тяжелых супесях, суглинистых и глинистых почвах при слабой водопроницаемости – на глубину 0,6-0,8 м и более, но выше отметки заложения горизонтального дренажа на 20 см.

При отсутствии исходных данных для приведенного расчета ориентировочно расстояние L между проходами рабочих органов рыхлителей-шелевателей в расчете на год средней тепло-влажностной обеспеченности можно назначать в зависимости от глубины обработки H : при $H = 0,4$ м $L = 0,90 \pm 0,3$ м, при $H = 0,6$ м $L = 1,1 \pm 0,3$ м и при $H = 0,8$ м $L = 1,2 \pm 0,4$ м [1].

Пример расчета. На период 1996-1998 гг. (с учетом наиболее эффективного срока действия рыхления-шелевания в течение трех лет) требуется определить целесообразность проведения агрономических мероприятий по рыхлению-шелеванию и параметры обработки (глубина и расстояние между проходами рабочих органов рыхлителя-шелевателя) на среднесуглинистых почвах со средней объемной массой $a = 1,57$ г/см³, подстилаемых с глубины 0,4-0,5 м тяжелыми суглинками с низкой водопроницаемостью (коэффициенты фильтрации составляют менее 0,1 м/сут). Средняя за вегетацию влажность почвы во все годы должна укладываться в интервал 40-100 % НВ. При этом оптимальный диапазон ГТК за вегетационный период составляет 1,3-2,0. Глубина заложения горизонтального дренажа 1,0-1,2 м. Определить также целесообразность возобновления мероприятий по рыхлению-шелеванию в 1999 г.

В табл. 3 приведены результаты вычисления ГТК за вегетационный период (апрель-сентябрь) для анализируемых лет по зависимости (1).

Таблица 3. Гидротермические коэффициенты, вычисленные по зависимости (1), за вегетационный период

Год	Сумма температур	Сумма осадков	ГТК
1996	2265	304	1,34
1997	2169	312	1,44
1998	2282	397	1,74
1999	2509	221	0,88

Поскольку коэффициент фильтрации подстилающей породы менее 0,1 м/сут, конструктивно назначаем глубину рыхления-шелевания на 0,2 м выше заложения горизонтального дренажа

$$H = 1,0 - 0,2 = 0,8 \text{ (м)}.$$

Так как расчет выполняется методом итераций, в примере приводится его порядок только для программно найденного оптимума параметров обработки почвы ($H = 0,8$ м, $L = 1,15$ м).

По зависимостям (3) и (8) определяем влажность и ГТК равновесия:

$$W^* = 65,37 * 1,57^{0,77} * 0,8^{0,1} * 1,15^{0,02} = 91(\%)$$

$$ГТК^* = 1,54 * 1,57^{0,55} * 0,8^{0,07} * 1,15^{0,01} = 1,95.$$

По уравнениям (4)-(7) вычисляем коэффициенты А, В, С, D:

$$A = 897,15 * 1,57 - 287,41 * 1,57^2 - 603,50 = 96,59$$

$$B = 27,18 * 1,57 - 28,77 = 13,90$$

$$C = 13,97 * 1,57 - 12,87 = 9,06$$

$$D = 127,62 * 1,57 - 102,35 = 98,01.$$

Используя выражение (2), определяем среднюю за вегетацию влажность почвы при наличии обработок в 1996 г.

$$W = 91 - (96,59 * \text{abs}(1,34 - 1,95) - 13,90 * \ln 115 - 9,06 * \ln 80 + 98,01) = 40(\%).$$

Далее по зависимости (2) находим условную среднюю за вегетацию влажность почвы соответственно для 1997 и 1998 гг. также при наличии обработок. Эта влажность соответствует влажности почвы в данный год при условии проведения обработки почвы в этот же год:

для 1997 г.

$$W = 91 - (96,59 * \text{abs}(1,44 - 1,95) - 13,90 * \ln 115 - 9,06 * \ln 80 + 98,01) = 50(\%);$$

для 1998 г.

$$W = 91 - (96,59 * \text{abs}(1,74 - 1,95) - 13,90 * \ln 115 - 9,06 * \ln 80 + 98,01) = 79(\%).$$

Среднюю за период вегетации влажность почвы в расчетные 1997, 1998 гг. при отсутствии обработок по рыхлению-щелеванию определяем по зависимости (10)

для 1997 г.

$$W_k = -91,07 + 236,68 * 1,44 - 129,18 * 1,57 - 14,99 * 1,44^2 - 83,19 * 1,57 * 1,44 + 96,30 * 1,57^2 = 65(\%);$$

для 1998 г.

$$W_k = -91,07 + 236,68 * 1,74 - 129,18 * 1,57 - 14,99 * 1,74^2 - 83,19 * 1,57 * 1,74 + 96,30 * 1,57^2 = 83(\%).$$

Параметры m и n кривой (9) определяем по уравнениям (11), (12)

$$m = 9,44 + 5,20 \ln 0,8 - 3,77 \ln 1,15 = 7,75,$$

$$n = -25,49 - 16,77 \ln 0,8 + 11,95 \ln 1,15 = -20,08.$$

Среднюю за период вегетации влажность почвы в расчетные 1997, 1998 гг. при наличии обработки по рыхлению-щелеванию в 1996 г. определяем по зависимости (9)

для 1997 г.

$$W_T = (65 - 50) [\arctg(7,75 * 2 - 20,08) + 3,14/2] / 3,14 + 50 = 51(\%);$$

для 1998 г.

$$W_T = (83 - 79) [\arctg(7,75 * 3 - 20,08) + 3,14/2] / 3,14 + 79 = 82(\%).$$

Таким образом, при параметрах обработки $H = 0,8$ м и $L = 1,15$ м в 1996 г. будет обеспечена средняя за вегетацию влажность почвы 40 % НВ, в 1997 – 51 % НВ и в 1998 – 82 % НВ, что укладывается в заданный диапазон оптимальных значений влажности.

Далее определяем целесообразность возобновления мероприятий по рыхлению-щелеванию в 1999 г.

По зависимости (10) определяем среднюю за вегетацию влажность почвы без мероприятий

$$Wk = -91,07 + 236,68 * 0,88 - 129,18 * 1,57 - 14,99 * 0,88^2 - 83,19 * 1,57 * 0,88 + 96,30 * 1,57^2 = 25(\%)$$

Поскольку для 1999 г. ГТК < ГТК*, мероприятия по рыхлению-щелеванию приведут к дополнительному осушению почвы, т.е. к снижению влажности ниже 25 % НВ, что не укладывается в заданный диапазон допустимой влажности 40-100 % НВ. Следовательно, возобновление их в 1999 г. нецелесообразно.

В заключение следует отметить, что предложенная методика может быть использована для более обоснованного планирования агромелиоративных мероприятий по глубокому рыхлению и щелеванию связанных почв с учетом прогнозных характеристик тепло-влажностнообеспеченности периодов вегетации. Понятно, что без детальной характеристики мелиоративного объекта, а именно: учета геоморфологических, почвенных, гидрогеологических условий, оценки составляющих водного баланса территории невозможно выполнить точные расчеты режима влажности почвы. Относительная погрешность расчетов по разработанной модели достигает 15 %. Однако на данной стадии разработок по гидрометеорологическим прогнозам вряд ли возможно создание высокоточных математических моделей для оптимизации режима влажности почвы при планировании агромелиоративных мероприятий. Кроме того, даже если такие модели будут созданы в будущем, они будут рассчитаны на огромное количество входной информации, которую необходимо будет получить на стадии изысканий при проектировании мелиоративных объектов и в процессе их дальнейшей эксплуатации. Целесообразность проведения такой работы пока вызывает некоторые сомнения. Поэтому на данном этапе исследований, с учетом минимального количества входной информации, требуемой для принятия решений по проведению агромелиоративных мероприятий, и несложности вычислений разработанная методика, реализованная в виде информационно-вычислительной системы поддержки принятия решений при эксплуатации мелиоративных систем, может, по нашему мнению, успешно использоваться проектными, строительными и эксплуатационными мелиоративными организациями, а также непосредственно сельскохозяйственными предприятиями на практике.

Литература

1. Копытовских А.В., Леуто И.Э., Саквенков К.М. Оптимизация параметров щелевания на основе биоэнергетических расчетов при обработке минеральных земель рыхлителем-щелевателем РШ-0.80 // Мелиорация переувлажненных земель Сб. науч. тр. БелНИИМиВХ. Т. XLVI. – 1999. – С.172-183.
2. Скоропанов С.Г., Карловский В.Ф., Брезгунов В.С. Мелиорация земель и охрана окружающей среды.- Мн.: Ураджай, 1982. – 167 с.
3. Рабинович Г.Ю., Иванов Д.А., Бордадымова И.Н. Роль осушения и рыхления в регуляции биологической активности дерново-подзолистых почв различной степени оглеения /Эколого-экономические принципы эффективного использования мелиорированных земель. (Материалы конференции). – Мн., 2000. – С.135-137.
4. Эгельсман Р. Руководство по дренажу/ Пер. с нем. В.Н. Горинского; Под ред. и с предисл. Ф.Р. Зайделямана. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос. 1984. – 247 с.
5. Симченков Г.В., Цыганов Ф.П., Коробач А.П. Новое в обработке почвы – Мн.: Ураджай. 1988. – 80 с.
6. Временные рекомендации по глубокому рыхлению тяжелых почв в Ленинградской области. – Л.: СевНИИГиМ.1980. – 29 с.

7. Алексеева Ю.С., Сингирева А.В. Глубокая обработка почвы и урожай. – Л.: Лениздат, 1984. – 70 с.
8. Карвовеккий Т., Касимов И., Клочков Б. и др. Обработка почвы при интенсивном возделывании полевых культур /Пер. с польского Н.А. Чупсева: Под ред. и с предисл. А.С. Кушнарера. – М.: Агропромиздат, 1988. – 248 с.
9. Селянников Г.Т. Принципы агроклиматического районирования СССР/ Вопросы агроклиматического районирования СССР. – М.: Минсельхоз СССР, 1958. – С. 7-13.
10. Голченко М.Г. Влагообеспеченность и орошение земель в Белоруссии. – Мн.: Ураджай, 1976. – 192 с.
11. Лихацевич 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.

Резюме

Предложена методика планирования агро мелiorативных мероприятий по рыхлению и щелеванию связных почв с учетом гидротермического режима периодов вегетации. Разработанная математическая модель позволяет также определить оптимальные параметры обработки почвы.

Ключевые слова

рыхление, минеральная почва, влажность почвы, оптимальный режим, метеорологический прогноз.

Ляхавиц 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
Ляхавиц 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 И.М. Регулирование водного режима почв в Полесье вертикальным дренажем	78
Тиво П.Ф., Цигиников Г.Н., Крутько С.М. Закрытие дренажных засыпок биоинженерных сооружений	83
Погодин Н.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 приотавливаемых 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 И.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 И.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