

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОСУШЕНИЯ ПЕРЕУВЛАЖНЯЕМЫХ ПОЧВ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ВЫСОКОПРОДУКТИВНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Юрий Иванович Митрофанов, кандидат сельскохозяйственных наук
Ольга Николаевна Анциферова, кандидат сельскохозяйственных наук
Наталья Константиновна Первушина
ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», г. Москва, Россия
E-mail: 2016vniimz-noo@list.ru

Аннотация. В статье представлены результаты многолетних (1982–2021 годы) исследований эффективности дренажа и влияния минеральных удобрений на продуктивность переувлажняемых почв. Работу проводили на трех объектах мелиорации Тверской области с дерново-подзолистыми легкосуглинистыми глееватыми почвами, сформированными на морене и мало-мощном двучлене. Установлено, что при длительной эксплуатации дренаж сохраняет работоспособность, оказывает положительное влияние как на продуктивность выращиваемых сельскохозяйственных культур, так и весь севооборот. За 19 лет под воздействием осушения и с применением удобрений прибавка урожайности была в пределах нормативных значений: картофеля – 7,8 т/га, (30,7%), яровых зерновых культур – 0,69 (22,6), озимых зерновых – 1,67 т/га (55,9%). В годы с избыточным количеством осадков получена прибавка в два-три раза выше, чем при среднем. Самую сильную корреляцию яровых зерновых культур с гидротермическими показателями получили в мае. Действие дренажа проявляется в более устойчивом земледелии, что подтверждается снижением коэффициента временной вариабильности урожайности картофеля и зерновых в 1,5–4,0 раза. Основным фактором, влияющим на повышение интенсификации земледелия при осушении почвы, – минеральные удобрения. Обобщение полученных результатов показало, что под действием удобрений урожайность яровой пшеницы повысилась на 53,4–85,1%, озимой ржи – 45,5–71,6, однолетних трав – 60,9, ячменя – 57,4, овса – 57,9, картофеля – 93,4–210%. Доля влияния минеральных удобрений на прирост урожайности зерновых в результате осушения 79,9–80,1%, картофеля – 86,6–88,2, дренажа – 20,1–30,0 и 11,9–13,5% соответственно. Затраты на мелиорацию, в зависимости от сложности объекта и интенсивности использования осушаемых земель, окупаются за период от двух до шести лет.

Ключевые слова: почва, дренаж, осушаемые земли, урожайность, удобрения, технологии, интенсификация, окупаемость

EFFICIENCY OF SATURATED WITH WATER SOILS DRAINAGE IN ENSURING HIGHLY PRODUCTIVE AGRICULTURE

Yu.I. Mitrofanov, *PhD in Agricultural Sciences*
O.N. Antsiferova, *PhD in Agricultural Sciences*
N.K. Pervushina
FRC «V.V. Dokuchaev Soil Science Institute», Moscow, Russia
E-mail: 2016vniimz-noo@list.ru

Abstract. The article presents the results of long-term (1982–2021) studies to assess the effectiveness of drainage and the effect of mineral fertilizers on the productivity of waterlogged soils. The studies were carried out on three land reclamation sites in the Tver region with soddy-podzolic light loamy gleyic soils formed on a moraine and a thin binomial. It has been established that during long-term operation, drainage remains operational, has a positive effect both on the productivity of cultivated crops and on the entire crop rotation. Over 19 years of research under the influence of drainage with the use of fertilizers, the increase in plant yield was within the standard values: potatoes 7.8 t/ha, which corresponds to 30.7%, spring crops 0.69 t/ha (22.6%), winter cereals 1.67 t/ha (55.9%). The most significant increases were obtained in years with excessive precipitation, 2-3 times higher than with an average level of precipitation. The strongest correlation of spring crops with hydrothermal indicators was obtained in the month of May. The effect of drainage is manifested in more sustainable agriculture, which is confirmed by a decrease in the coefficient of temporal variability of yields, both potatoes and grains, by 1.5–4.0 times. Studies have shown that the main factor influencing the increase in the intensification of agriculture when the soil is drained is mineral fertilizers. Generalization of the obtained results showed that under the influence of fertilizers, the yield of spring wheat increased by 53.4–85.1%, winter rye – by 45.5–71.6%, annual grasses – by 60.9%, barley – by 57.4%, oats – by 57.9%, and potatoes – by 93.4–210%. In the amount of grain yield increase, the share of mineral fertilizers as a result of drainage is estimated at 79.9–80.1%, and potatoes at 86.6–88.2%. The share of drainage in the structure of the increase in the yield of grain crops, at the same time, is 20.1–30.0%, for potatoes – 11.9–13.5%. Reclamation costs, depending on the complexity of the facility and the intensity of the use of drained lands, pay off in 2–6 years.

Keywords: soil, drainage, drained lands, productivity, fertilizers, technologies, intensification, payback

Комплексное улучшение мелиоративно не-устроенных сельскохозяйственных угодий, в том числе сильно переувлажненных, – необходимое условие для интенсификации земледелия. [2, 8, 16] В Нечерноземной зоне масштабно мелиорацию зе-

мель проводили в 70–80-е годы прошлого столетия. Основным способ осушения минеральных переувлажняемых почв – закрытый дренаж. [9, 10] Он позволяет начать весенние полевые работы на два-семь дней раньше, что повышает урожайность культур и

снижает себестоимость 1 т к. ед. на 20,8%. [7] В условиях Северо-Запада Нечерноземной зоны при осушении земель кратковременного избыточного увлажнения прирост урожая зерновых и пропашных культур от дренажа по данным бывшего Северного НИИ гидротехники и мелиорации составляет 50...60%, многолетних трав – 35...40, себестоимость механизированных работ снижается на 10%. Когда с помощью дренажа осушают земли длительного избыточного увлажнения, эти показатели существенно выше – 75...90%, 55...60 и 15% соответственно. Если нормативный срок эксплуатации мелиоративных систем составляет 50 лет, то капитальные затраты на осушение при выращивании зерновых культур могут окупаться за 5,2 года, картофеля – 2,3, овощей – 0,5...1,0, льна-долгунца – 1,7, однолетних трав на зеленый корм – 7,8, при сенокосном использовании – 10 лет и более. Устройство осушительной сети окупается в течение года при условии высоких прибавок от осушения, а с учетом затрат на окультуривание земель – не более чем за два-три года. [4] В Тверской области сроки окупаемости затрат на мелиорацию для пашни составляют 3,3...3,7 года, сенокосов – 3,7...8,9, пастбищ – 1,8...2,4 года. [1]

В 90-е годы прошлого века работы по мелиорации земель были практически прекращены. Большинство инженерно-мелиоративных систем в Нечерноземной зоне в настоящее время более 40 лет, значительная часть из них нуждается в эксплуатационных мероприятиях, ремонте и реконструкции.

Цель работы – показать на основе результатов длительных исследований значение мелиорации пахотных угодий в обеспечении высокопродуктивного земледелия.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Полевые эксперименты проводили во Всероссийском НИИ мелиорированных земель (Тверская область) на трех объектах мелиорации – «Терехово» (1968–1978 годы), «Кузьминское болото-2» (1982–1984) и «Губино» (1985–1993 и 2011–2021 годы). Почвы – дерново-подзолистые легкосуглинистые глееватые, сформировавшиеся на первых двух участках на морене, третьем – маломощном двучлене. Участки осушали с помощью гончарного дренажа при среднем расстоянии 20 м между дренами и глубине их нахождения – 0,9...1,2 м.

Агроэкологическую эффективность дренажа в зависимости от сроков его службы и погодных условий оценивали в ландшафтно-организованном опыте на объекте мелиорации «Губино» в два этапа – первое (1985–1993) и четвертое 2012–2021 десятилетие после сдачи его в эксплуатацию. Возраст дренажа – 40 лет. На первом этапе опыт представлен тремя почвенными участками, различающимися состоянием водного режима: глееватая почва без дренажа (периодически переувлажняемая – контроль); глееватая почва, осушаемая закрытым гончарным дренажем; автоморфная почва (нормальное увлажнение, осушение не требуется). На всех участках располагали полевые плодосменные севообороты с чередованием культур: горохо-овсяная смесь, озимая рожь, картофель, овес + клевер, клевер,

ячмень. Удобрения вносили согласно нормальной технологии. На втором этапе исследования проводили только на осушаемом и неосушаемом участках. Дополнительно введены варианты с интенсивной и экстенсивной (без минеральных удобрений) технологиями. Перед закладкой опыта показатели агрохимического состояния почвы в пахотном слое: $pH_{\text{сол}}$ – 5,6...6,4 (ГОСТ 26483-85), гидролитическая кислотность – 0,88...1,70 мг-экв./100 г почвы (по Каппену), содержание гумуса – 2,05...2,77% (по Тюрину), K_2O – 72...123 мг/кг, P_2O_5 – 216...222 мг/кг почвы (по Кирсанову). [14] На объекте «Губино» устанавливали влияние мелиоративного рыхления переувлажненных почв на опытной делянке площадью 1 га. Контролем в опытах были почвы с обычной вспашкой на глубину 20...22 см. Мелиоративное рыхление проводили три раза за ротацию севооборота – под горохо-овсяную смесь, картофель и ячмень. Использовали полосной (ленточный) способ рыхления на глубину 50...60 см с шагом 1,4 м. Каждый вариант занимал отдельную дренажную систему, размещение – систематическое и рендомизированное, поперек дрен.

Технологии и гребнистую вспашку изучали на делянках по 200...400 м². Повторность во всех опытах – трех-, четырехкратная. Зерновые культуры убирали комбайном. Урожай пересчитывали на стандартную влажность зерна (14%). Достоверность прибавок урожая, корреляционную связь урожайности с критериями физического состояния почвы, коэффициенты вариации определяли методами дисперсионного, корреляционного и регрессионного, а также статистического анализа соответственно. Коэффициенты использования элементов питания из удобрений устанавливали разностным методом. [3] Экономическую и энергетическую оценку приемов и технологий проводили по компьютерным программам ВНИИМЗ и методике РАСХН. [15]

Степень влияния дренажа на эффективное плодородие почвы находили по комплексным агрофизическим показателям, которые рассчитывали с помощью индивидуальных диагностических критериев: общей пористости почвы, пористости устойчивой аэрации (объем почвенных пор, занятых воздухом при наименьшей влагоемкости – НВ), влажности почвы (% НВ) в среднем за вегетацию, средневегетационных коэффициентов аэрации, характеризующих параметры водно-воздушного режима и показывающих какой объем воздуха приходится на единицу объема воды в почве. [13]

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Устранение избыточного увлажнения почвы обеспечивает оптимизацию сроков проведения всех видов полевых работ, позволяет в более полном объеме использовать вегетационный период растений, который ограничен в условиях Нечерноземной зоны. Осушение улучшает качество полевых работ, повышает эффективность и устойчивость земледелия. Индекс физического состояния почв в экспериментах по изучению влияния дренажа на глееватой почве повысился на 87,9%. Кроме того, установлено, что осушение способствует улучшению агрохимических показателей пахотного слоя почвы.

Таблица 1.

Влияние дренажа на урожайность культур (т/га) в севообороте

Культура	Дерново-подзолистая легкосуглинистая глееватая почва						Средняя прибавка урожайности от осушения	НСР ₀₅
	опыт 1* (1982–1984 годы)			Опыт 2** (1985–1993 годы)				
	контроль – не дренированная	дренированная	прибавка урожая от осушения, ±	контроль – не дренированная	дренированная	прибавка урожая от осушения, ±		
Клевер первого года пользования	32,8	36,8	+4,0	26,5	26,2	-0,3	1,90	3,53
Озимая рожь	1,8	4,0	+2,2	2,0	3,9	+1,9	2,05	0,33
Картофель	21,0	31,0	+10,0	17,8	24,5	+6,7	8,40	2,47
Ячмень	1,9	3,6	+1,7	2,5	3,3	+0,8	1,25	0,28
Овес+ клевер	2,3	3,1	+0,8	2,4	3,2	+0,8	0,80	0,30
Однолетние травы	15,5	28,5	+13,0	19,4	22,3	+2,9	8,00	2,11
Продуктивность 1 га севооборотной площади, т к. ед.	3,78	5,72	+1,94	4,24	5,37	1,13	1,53	0,35

Примечание. * – почва, сформировавшаяся на морене, объект – «Кузьминское болото-2»; ** – на двучлене, объект – «Губино».

Оценка влияния дренажа на плодородие почв осуществляется на основе главного критерия – прироста урожайности возделываемых сельскохозяйственных растений после осушительных мероприятий. По результатам двух опытов на фоне удобрений урожайность ячменя, который наиболее требователен к сохранению оптимального водно-воздушного режима, под влиянием дренажа увеличилась на 57,95%, овса – 34,9, озимой ржи – 110,0, овсяно-гороховой смеси – 45,8, картофеля – 31,0%. Продуктивность всего севооборота повысилась на 38,5% (табл. 1).

Самые высокие урожаи под воздействием осушения были на дерново-подзолистой легкосуглинистой глееватой почве, сформированной на морене. Дренажные системы после сорокалетней эксплуатации сохранили свою работоспособность. Средние многолетние прибавки урожайности от осушения за последние десять лет остались на уровне полученных в первые девять. Увеличение урожайности картофеля за 1985–1993 годы под влиянием дренажа составило 6,7 т/га (37,6%), ячменя – 0,83 (33,1), озимой ржи – 1,95 (98,9); за 2012–2021 годы – 8,6 (6,5), 5,6 (15,7) и 1,38 т/га (33,9%) соответственно. В среднем за 19 лет прибавки урожайности основных полевых культур от осушения соответствовали нормативному уровню: картофель – 7,8 т/га (30,7%), яровые зерновые – 0,69 (22,6), озимые зерновые – 1,67 т/га (55,9%). На продуктивности клевера действие дренажа практически не отразилось, средняя прибавка урожайности – 1,4 т/га зеленой массы (3,34%) (табл. 2).

В Нечерноземной зоне РФ нормативная прибавка урожайности зерновых культур от осушения на минеральных почвах – 0,73 т/га, льна (волокно) – 0,13, картофеля – 5,36, многолетних трав на сено – 1,30 т/га, по отдельным областям зерновых культур – 0,50...0,94 т/га, картофеля – 2,5...8,6, сена многолетних трав – 0,79...1,22 т/га. [4]

Относительные прибавки урожайности от осушения на заключительном этапе опытов, в отличие от их абсолютных величин, существенно уменьшились. Связано это с возросшей на втором этапе

исследований урожайностью культур, повышением плодородия почв, благоприятными погодными условиями, применением новых сортов и более эффективных гребне-рядовых технологий выращивания культур. По уровню использования минеральных удобрений начальный и заключительный периоды исследований практически не различались. Среднегодовая урожайность на осушаемом участке для картофеля в последние десять лет наблюдений, по сравнению с начальным периодом, была выше на 67,4%, яровых зерновых – 23,3, ржи озимой – 39,2%, на неосушаемом – 82,1%, 41,5 и 110,1% соответственно.

Дренаж влияет на урожайность сельскохозяйственных растений и прибавку урожая в зависимости от погодных условий. Во втором периоде исследований было значительно больше засушливых лет (средний за 1985–1993 годы ГТК по Селянину – 1,73, 2012–2021 – 1,45). Экстремальные по погодным условиям годы, к которым относятся засушливые, а также избыточно увлажненные составили 60,2%, на первом этапе их было 33,5%. Наиболее значительные (в два-три раза) прибавки урожайности возделываемых растений от дренажа были получены в годы с избыточным увлажнением почв из-за низкой урожайности этих культур на переувлажненном участке. В отдельные засушливые годы на осушаемых участках урожай картофеля и зерновых на фоне дефицита влаги был даже ниже, чем на неосушаемых почвах.

Однако на переувлажненном неосушаемом участке за первые девять лет исследований в трех случаях наблюдали гибель посевов озимой ржи в зимний период из-за неблагоприятных условий. На дренированном участке в эти годы средняя урожайность составила 3,91 т/га. У яровых зерновых культур наиболее высокие прибавки урожая от действия дренажа получены в годы с неблагоприятными погодными условиями в мае, когда их посев на переувлажняемых землях вынужденно проводили в конце мая–начале июня с более низким качеством полевых работ. Поздние сроки сева – одна из основных причин низкой урожайности зерновых

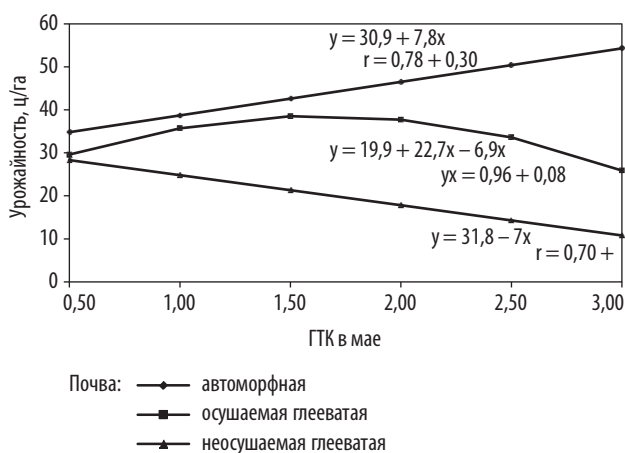
Таблица 2.

Урожайность культур (т/га) в зависимости от погодных условий и длительности службы дренажа

Вариант	Годы, ГТК								Среднее за 19 лет
	1985–1993				2012–2021				
	засушливые – 0,98	влажные – 1,56	избыточно-влажные – 2,45	среднее – 1,73	засушливые – 0,71	влажные – 1,38	избыточно-влажные – 2,07	среднее – 1,45	
Картофель									
К	7,2	16,2	27,8	17,8	29,9	34,5	31,9	32,4	25,4
Д	18,4	24,4	28,8	24,5	32,2	39,5	51,5	41,0	33,2
+	+11,2	+8,2	+1,0	+6,7	+2,3	+5,0	+19,6	+8,6	+7,8
Яровые зерновые (яровая пшеница и ячмень)									
К	9,4	2,60	3,00	2,51	2,85	4,17	3,04	3,56	3,05
Д	3,93	3,11	3,75	3,34	3,19	4,64	4,15	4,16	3,74
+	+29,9	+0,51	+0,75	+0,83	+0,34	+0,47	+1,11	+0,60	+0,69
Озимые зерновые (рожь, тритикале)									
К	Гибель	2,41	1,81	1,97	5,27	4,33	2,85	4,53	3,02
Д	5,21	3,50	4,18	3,92	5,37	5,21	5,90	5,92	4,69
+		+1,09	+2,37	+1,95	+0,10	+0,88	+3,05	+1,39	+1,67
Клевер первого года пользования									
К		26,7	25,8	26,5	47,2	55,8	51,7	51,7	41,9
Д	--	24,1	30,5	26,2	56,6	48,9	62,6	54,5	43,3
+		-2,6	+4,7	-0,3	+8,6	-6,9	+10,9	+2,8	+1,4

Примечание. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая глееватая: К – контроль – не дренированная; Д – дренированная. Яровая пшеница – 2012–2021 годы, ячмень – 1985–1993, озимая рожь – 2012–2015, озимая тритикале – 2016–2021 годы. Засушливые годы для картофеля и яровой пшеницы – 1992, 2013, 2014, 2021, озимых культур – 1992, 2014, 2021, клевера – 2019, 2021. Влажные годы для картофеля и яровой пшеницы – 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1991, 2015, 2016, 2018, 2019, озимых культур – 1985, 1986, 1987, 1988, 1991, 2013, 2015, 2016, 2018, 2019, клевера – 1985, 1986, 1987, 1988, 2013, 2014, 2015, 2016, 2018. Избыточно влажные годы для картофеля и яровой пшеницы – 1990, 1993, 2012, 2017, 2020, озимых культур – 1989, 1990, 1993, 2012, 2017, 2020, клевера – 1989, 1990, 1993, 2012, 2017, 2020.

культур на переувлажняемом участке. В условиях северо-запада Центрального района Нечерноземной зоны для овса наиболее благоприятные календарные сроки сева на осушаемых землях – апрель и первая половина мая, ячменя и яровой пшеницы – первая половина мая. [11] Продолжительность оптимальных сроков составляет 5...10 дней с момента наступления физической спелости почвы. При посеве с задержкой на 10 дней урожайность ранних зернофуражных культур (ячмень, овес) снижается на 24,0...31,5%, 20 дней – 42,3...61,0%. Установлена корреляционная связь урожайности ячменя с гидротермическими условиями в мае (см. рисунок).



Характер этой связи зависел от почвенно-мелиоративного состояния технологических участков, водного режима и гидроморфизма почв. На участке с автоморфной почвой связь урожайности ячменя с ГТК (по Селянинову) в мае была прямой (коэффициент корреляции составил 0,78), на неосушаемой глееватой почве – обратной (0,70): чем выше ГТК в мае, тем ниже урожайность ячменя на переувлажняемой почве. На осушаемых землях (глееватая почва) корреляционная зависимость урожая ячменя от гидротермических условий мая носила криволинейный характер при корреляционном отношении $0,96 + 0,08$. Здесь гидротермические условия мая становились неблагоприятным фактором для формирования урожая ячменя при ГТК более 2,0. На неосушаемых глееватых почвах снижение урожайности ячменя отмечено при ГТК в мае около 1,0, на глеевых – 1,3...1,5, глееватых, слабооглеенных и автоморфных – 2,0...2,5.

Основная агроэкологическая роль дренажа в годы с затяжной весной и дождливой погодой в мае определяется способностью обеспечивать своевременное наступление физической спелости почвы, оптимальные сроки посева культур с высоким качеством полевых работ.

Осушение – существенный фактор повышения устойчивости земледелия. Зависимость его от погодных условий в первые девять лет под влиянием дренажа уменьшилась в 1,5...4,0 раза, коэффициент временной вариабельности урожайности у озимой ржи снизился с 98,5 до 20,9%, ячменя – 50,2...24,3, картофеля – 72,4...20,4%. В 2012–2021 годах поло-

жительное влияние дренажа на устойчивость урожаев было менее заметным. У зерновых культур коэффициент вариации снизился в 1,25...2 раза, озимой ржи – с 60,5 до 30,7%, яровой пшеницы – с 34,9 до 26,3% (табл. 3). Изменения были незначительными для картофеля и клевера. В среднем за 19 лет временная изменчивость урожаев озимой ржи под влиянием дренажа уменьшилась в 3,1 раза (с 79,5 до 25,8%), яровых зерновых культур в 1,68 (с 42,6 до 25,3%), картофеля – 2,06 раза (с 48,4 до 23,5%). Вариабельность урожая клевера после дренирования почвы незначительно увеличилась из-за засушливых лет.

Осушение создает благоприятные условия для более эффективного использования достижений селекции, применения минеральных удобрений, новых технологий и других факторов интенсивного земледелия. [12] По обобщенным данным минеральные удобрения на осушаемых почвах повышают урожайность однолетних трав на 61,4%, овса и ячменя – 57,6, яровой пшеницы – 53,3...84,9%, озимой ржи – 45,5...71,6, картофеля – 93,4...210%. Под влиянием дренажа коэффициент использования азота минеральных удобрений увеличивался на 30%, фосфора – 32,6, калия – 34,5, окупаемость минеральных удобрений урожаем зерна – 34,2%. При нормальных технологиях выращивания зерновых культур 79,9...80,0% суммарного прироста их урожая на переувлажняемых землях после осушения формируется за счет минеральных удобрений, у картофеля – на 86,5...88,1%. Долевое участие дренажа в увеличении урожайности у зерновых культур составляет 20,1...30,0%, картофеля – 11,9...13,5%, при интенсивных технологиях выращивания на переувлажняемых землях после их осушения оно снижается до 15...20 и 10,9% соответственно.

Проведение мероприятий по оптимизации водно-воздушного почвенного состояния, окультуривание переувлажняемых почв, выращивание высокопродуктивных сортов, использование лучших предшественников, сбалансированной системы питания и защиты растений от вредителей и болезней, борьба с сорняками, применение агромерелиоративных способов обработки почв обеспечивают повышение урожайности зерновых культур на переувлажняемых землях при их осушении в 2,7 и более раз. Интенсивные агротехнологии и приемы обеспечивают получение зерна 4,2...6,3 т/га и более. Использование интенсивной технологии позволило увеличить урожайность овса на 1,11 т/га, ячменя – 1,28, озимой ржи – 2,18 т/га. [11]

Выполненная на основе полевых опытов оценка экономической и энергетической эффективности проведения осушения почв на основе дренажа показала, что затраты на осушение, в зависимости от сложности объекта мелиорации, окупаются за период от двух до шести лет. На сроки окупаемости капитальных затрат при осушении большое влияние оказывает вид мелиорированных угодий и интенсивность их использования. Обязательные условия быстрой окупаемости энергозатрат на мелиорацию – внесение органических и минеральных удобрений под планируемый урожай, общая высокая культура земледелия, применение мелиоративных мероприятий и современных агротехнологий, адаптированных к условиям осушаемых земель.

Таблица 3.
Влияние осушения на вариабельность урожайности (т/га) полевых культур по годам

Культура	Почва – дерново-подзолистая легкосуглинистая					
	неосушаемая			осушаемая		
	1985–1993	2012–2021	среднее	1985–1993	2012–2021	среднее
Озимая рожь	98,5	60,5	79,5	20,9	30,7	25,8
Ячмень	50,2	34,9	42,6	24,3	26,3	25,3
Картофель	72,4	24,5	48,4	20,4	26,5	23,5
Клевер	17,4	25,8	21,6	29,5	23,5	26,5

По объекту «Терехово» окупаемость затрат на осушение рассчитывали по получаемому чистому доходу и суммарным затратам на выращивание продукции, при этом до мелиорации эти земли дохода не приносили. [6] Окупаемость гончарного дренажа (глубина заложения дрен 1,0...1,2 м, междренное расстояние 20 м) при сельскохозяйственном использовании осушенных земель в плодосменном севообороте с введением льна была 1,6 лет, без него – 2,0 года, кормовом – 1,9 года, при сенокосном использовании – 7,1 года. Доходы от выращивания льна окупают затраты на мелиорацию за 1,1...1,4 года, зерновых культур – 2,8...3,2 года. При использовании осушаемых земель в системе полевых и кормовых севооборотов общей продуктивностью 4,0...6,0 т к. ед./га с возделыванием картофеля, многолетних трав, корнеплодов, льна и зерновых культур затраты на мелиорацию окупаются за два-четыре года. Выращивание промежуточных культур в севооборотах снижает срок окупаемости затрат на 11,1...13,8%.

На объектах «Кузьминское болото-2» и «Губино» расчеты по окупаемости капитальных затрат на осушение и по эффективности выращивания на дренированных землях отдельных культур проводили на основе учета прибавок урожая при осушении. На фоне нормальных технологий окупаемость затрат на дренаж дерново-подзолистой глееватой почвы на морене составила три года, маломощном двучлене – семь лет. Без удобрений окупаемость затрат на проведение мероприятий по осушению переувлажняемых почв увеличивалась до 14...15 лет. Энергозатраты на осушение глееватых почв быстрее всего окупаются в плодосменных и специализированных на производстве зерна и картофеля севооборотах. [5] При освоении закустаренных сенокосов с глеевыми почвами наиболее быстрая окупаемость энергозатрат обеспечивается в травопольных севооборотах. Расчеты свидетельствуют о достаточно высокой энергетической эффективности осушительных мелиораций в системе земельных улучшений. Данная оценка объективна, так как энергетические расчеты основаны на фактическом материале.

Выводы. Таким образом, осушение позволяет существенно изменить производственный потенциал переувлажняемых земель. После проведения работ по снижению избыточного увлажнения становится возможным расширять площади посевов продуктивных и ценных сельскохозяйственных культур (лен, картофель, зерновые), вводить более интенсивные севообороты.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Акимов А.А., Дроздов И.А., Сутягин В.П., Тюлин В.А. Методология землеустройства в адаптивном земледелии // Научная жизнь. 2018. № 10. С. 134–143.
2. Гулюк Г.Г. Эффективное развитие мелиоративного комплекса // Мелиорация и водное хозяйство. 2022. № 2. С. 2–6.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.
4. Дубенок Н.Н. Мелиорация земель – основа успешного развития агропромышленного комплекса // Мелиорация и водное хозяйство. 2013. № 3. С. 7–9.
5. Дьяченко Е.Н., Разина А.А., Шевелев А.Т., Дятлова О.Г. Технология комплексного применения удобрений, химических и биологических мелиорантов, средств защиты растений в плодосменном севообороте // Земледелие. 2018. № 3. С. 28–31. DOI: 10.24411/0044-3913-201810306
6. Иванов Д.А., Ковалев Н.Г., Рублюк М.В., Карасева О.В. Результаты мониторинга мелиоративного состояния агроландшафта // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2015. № 5. С. 46–49.
7. Кениг Г.Р. Инженерное обустройство территории: мелиорация земель и водоснабжение. Пермь: Изд-во ФГОУ ВПО «Пермская ГСХА», 2008. Ч. 1. 207 с.
8. Кирюшин В.И. Концепция развития земледелия в Нечерноземье. СПб.: ООО «Квадро», 2020. 276 с.
9. Ксензов А.А. Научный подход к осушению почвогрунтов (на примере сформировавшихся на покровных отложениях): научное издание, монография. Тверь: Твер. гос. ун-т, 2017. 32 с.
10. Ксензов А.А. Способ строительства закрытых горизонтальных трубчатых дрен и собирателей для точного земледелия: на основе многолетнего опыта использования дренируемых почв. Тверь: Изд-во Твер. гос. ун-та, 2018. 56 с.
11. Митрофанов Ю.И. Адаптивные севообороты и технологии на осушаемых землях Нечерноземной зоны. Тверь: ТГУ, 2010. 287 с.
12. Митрофанов Ю.И. Агрофизические основы повышения продуктивности осушаемых почв. Монография. Изд-во: LAP Lambert Academic Publishing, Германия, 2017. 196 с.
13. Моисеев К.Г. К оценке физического состояния дерново-подзолистых почв // Агрофизика. 2011. № 1. С. 38–43.
14. Пискунов А.С. Методы агрохимических исследований. М.: Колос, 2004. 312 с.
15. Программы автоматизированных расчетов эффективности технологий, севооборотов и систем земледелия на осушаемых землях: методическое пособие. Тверь: ЧуДо, 2009. 41 с.
16. Щедрин В.Н., Масный Р.С., Манжина С.А., Куприянова С.В. Стратегический подход к развитию мелиорации в условиях меняющегося климата // Мелиорация и водное хозяйство. 2022. № 2. С. 11–17. DOI: 10.32962/0235-2524-2022-2-11-18

REFERENCES

1. Akimov A.A., Drozdov I.A., Sutyagin V.P., Tyulin V.A. Metodologiya zemleustrojstva v adaptivnom zemledelii // Nauchnaya zhizn'. 2018. № 10. S. 134–143.
2. Gulyuk G.G. Effektivnoe razvitie meliorativnogo kompleksa // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. 2022. № 2. S. 2–6.
3. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. M.: Kolos, 1979. 416 s.
4. Dubenok N.N. Melioraciya zemel' – osnova uspešnogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. 2013. № 3. S. 7–9.
5. D'yachenko E.N., Razina A.A., Shevelev A.T., Dyatlova O.G. Tekhnologiya kompleksnogo primeneniya udobrenij, himicheskikh i biologicheskikh meliorantov, sredstv zashchity rastenij v plodosmennom sevooborote // Zemledelie. 2018. № 3. S. 28–31. DOI: 10.24411/0044-3913-201810306
6. Ivanov D.A., Kovalev N.G., Rublyuk M.V., Karaseva O.V. Rezul'taty monitoringa meliorativnogo sostoyaniya agrolandshtafta // Doklady Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk. 2015. № 5. S. 46–49.
7. Kenig G.R. Inzhenernoe obustrojstvo territorii: melioraciya zemel' i vodosnabzhenie. Perm': Izd-vo FGOU VPO «Permskaya GSKHA», 2008. Ch. 1. 207 s.
8. Kiryushin V.I. Konceptiya razvitiya zemledeliya v Nечernozem'e. SPb.: ООО «Kvadro», 2020. 276 s.
9. Ksenzov A.A. Nauchnyj podhod k osusheniyu pochvogrunтов (na primere sformirovavshihsy na pokrovnyh otlozheniyah): nauchnoe izdanie, monografiya. Tver': Tver. gos. un-t, 2017. 32 s.
10. Ksenzov A.A. Sposob stroitel'stva zakrytyh gorizont'al'nyh trubchatyh dren i sobiratelej dlya tochnogo zemledeliya: na osnove mnogoletnego opyta ispol'zovaniya dreniruemyh pochv. Tver': Izd-vo Tver. gos. un-ta, 2018. 56 s.
11. Mitrofanov Yu.I. Adaptivnye sevooboroty i tekhnologii na osushaemyh zemlyah Nечernozemnoj zony. Tver': TGU, 2010. 287 s.
12. Mitrofanov Yu.I. Agrofizicheskie osnovy povysheniya produktivnosti osushaemyh pochv. Monografiya. Izd-vo: LAP Lambert Academic Publishing, Germaniya, 2017. 196 s.
13. Moiseev K.G. K ocenke fizicheskogo sostoyaniya dernovo-podzolistyh pochv // Agrofizika. 2011. № 1. S. 38–43.
14. Piskunov A.S. Metody agrohimicheskikh issledovanij. M.: Kolos, 2004. 312 s.
15. Programmy avtomatizirovannyh raschetov effektivnosti tekhnologij, sevooborotov i sistem zemledeliya na osushaemyh zemlyah: metodicheskoe posobie. Tver': ChuDo, 2009. 41 s.
16. Shchedrin V.N., Masnyj R.S., Manzhina S.A., Kupriyanova S.V. Strategicheskij podhod k razvitiyu melioracii v usloviyah menyayushchegosya klimata // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. 2022. № 2. S. 11–17. DOI: 10.32962/0235-2524-2022-2-11-18