

Оригинальная статья

УДК 631.62:631.458

<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2026-3-17-24>

УПРАВЛЕНИЕ МЕЛИОРАТИВНЫМ РЕЖИМОМ ВОВЛЕКАЕМОЙ В ОБОРОТ ДЕГРАДИРОВАННОЙ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЫ

П.И. Пыленок^{1✉}, Р.О. Ефремов²^{1,2}Мещерский филиал ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова»; г. Рязань, Российская Федерация¹petr.pylenok@yandex.ru; ORCID: 0000-0001-7621-2331²ruslan260599@gmail.com; ORCID:0009-0007-0045-5039

Аннотация. Цель исследований – управление мелиоративным режимом деградированной торфяной почвы для повышения продуктивности и экологической устойчивости мелиорируемого агроландшафта в условиях Нечерноземной зоны РФ. Использованы такие материалы и методы исследований, как системный анализ, балансовый метод и полевой деляночный опыт с раннеспелым картофелем. В опытных условиях апробирована технология вовлечения в оборот залежной деградированной торфяной почвы (агрозема), включающая в себя операции вспашки залежи, фрезерование и применение оперативного гидромелиоративного рециклинга для увлажнения агрозема. При этом достигнуты разуплотнение пахотного слоя почвы в 1,2 раза по сравнению с залежью и повышение потенциального плодородия. В условиях умеренно жаркого и средневлажного вегетационного периода был проведен один полив дренажными водами нормой 25 мм. С поливной водой в почву поступало около 4 кг/га аммония и более 10 кг/га углерода. Средний модуль дренажного стока составил 0,176 л/с · га. Среднесуточная природная промываемость почвы, формируемая атмосферными осадками, составила 2,2 мм/сут., технологическая промываемость почвы отсутствовала. Обработка клубней картофеля гуматом калия достоверно повышала урожайность по сравнению с контролем на 1,96 т/га, или на 7,56%. Использование увлажнения повышало урожайность на 2,1 т/га, или на 8,1%, по сравнению с контролем. Совместное применение увлажнения и гумата калия повышало урожайность по сравнению с использованием гумата калия на 1,39 т/га, или на 4,98%, и на 1,25 т/га, или на 4,46%, по сравнению с использованием увлажнения. Относительно общего расхода воды при водопотреблении на единицу продукции наиболее эффективным оказался вариант с внесением гумата калия – 57,7 м³/т. Относительно расхода поливной воды наиболее эффективным является вариант с совместным применением увлажнения и гумата калия (8,5 м³/т), а наиболее затратным – вариант с увлажнением (8,9 м³/т).

Ключевые слова: агрозем, осушение, увлажнение, дренажные воды, промываемость почвы, мониторинг, залежь, картофель, урожайность, ресурсоемкость

Формат цитирования: Пыленок П.И., Ефремов Р.О. Управление мелиоративным режимом вовлекаемой в оборот деградированной торфяной почвы. Природообустройство. 2026;Т.19(3):17-24. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2026-3-17-24>

Scientific article

MANAGEMENT OF THE RECLAMATION REGIME OF THE DEGRADED PEAT SOIL INVOLVED IN THE CIRCULATION

P.I. Pylenok^{1✉}, R.O. Efremov²^{1,2}The St. Petersburg Branch of the A.N. Kostyakov Federal State Budgetary Scientific Research Center VNIIGiM; Ryazan, Russian Federation¹petr.pylenok@yandex.ru; ORCID: 0000-0001-7621-2331²ruslan260599@gmail.com; ORCID:0009-0007-0045-5039

Abstract. The purpose of the research is to manage the reclamation regime of degraded peat soil to increase productivity and environmental sustainability of reclaimed agricultural landscapes in the Non-Chernozem zone of the Russian Federation. Materials and methods: system analysis, balance method and field experience with early-ripening potatoes. Under experimental conditions, the technology of involving degraded peat soil (agrozem) into circulation, including plowing operations, milling, and the use of operational hydro-reclamation recycling to moisten the agrozem, has been tested. At the same time, decompression of the arable soil layer by 1.2 times compared with the fallow and an increase in potential fertility was

achieved. In the prevailing hydrometeorological conditions of the moderately hot and moderately humid growing season, one irrigation with drainage waters of 25 mm was carried out. Irrigation water supplied about 4 kg/ha of ammonium and more than 10 kg/ha of carbon to the soil. The average drainage flow modulus was 0.176 l/s • ha. The average daily natural soil washability, formed by atmospheric precipitation, was 2.2 mm/day in the absence of technological washability. Treatment of potato tubers with potassium humate significantly increased yields by 1.96 t/ha, or 7.56%, compared with the control. Humidification increased yields by 2.1 t/ha, or 8.1% compared to the control. The combined use of moisture and potassium humate increased yields by 1.39 t/ha, or 4.98%, and by 1.25 t/ha, or 4.46%, compared with potassium humate. According to the total water consumption per unit of production, the most effective option was the addition of potassium humate – 57.7 m³/t. In terms of irrigation water consumption, the most effective option is with the combined use of humidification and potassium humate – 8.5 m³/t, and the most expensive option with humidification – 8.9 m

Keywords: agrozem, drainage, humidification, drainagewaters, soilwashability, monitoring, deposit, potato, yield, resource intensity

For citation: Pylenok P.I., Efremov R.O. Management of the reclamation regime of the degraded peat soil involved in the circulation. *Prirodoobustrojstvo*. 2026;19(3):17-24. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2026-3-17-24>

Введение. Осушение торфяных болот для сельскохозяйственного использования наряду с преимуществами получения дополнительной продукции имеет ряд существенных недостатков, связанных с потерей органического вещества торфа, эмиссией диоксида углерода, возрастанием рисков торфяных пожаров, загрязнением и эвтрофированием природных вод [1-4]. Для ослабления этих антропогенных воздействий применяются рециклинговые гидромелиоративные технологии с утилизацией дренажных вод путем увлажнения осушаемых торфяных почв, ограничение степени мелиоративного воздействия на агроландшафты с учетом закона убывающей отдачи, сохранение части болот в естественном состоянии и др. [1, 5-7]. К основным способам увлажнения торфяных почв относятся дождевание, подпочвенное, внутрипочвенное и поверхностное увлажнение с предпочтительным возделыванием влаголюбивых овощных культур и раннего картофеля [2, 6, 8, 9]. В отношении деградированных торфяных почв при вводе их в сельскохозяйственный оборот недостаточно изучены особенности управления мелиоративным режимом при утилизации дренажных вод и вопросы восстановления их потенциального плодородия, что обуславливает актуальность проведенных исследований. Для условий Мещерской низменности постановка таких исследований производится впервые.

Цель исследований: управление мелиоративным режимом деградированной торфяной почвы для повышения продуктивности и экологической устойчивости мелиорируемого агроландшафта в условиях Нечерноземной зоны РФ.

Материалы и методы исследований. Методика исследований включала в себя

использование системного анализа, метода водного баланса, применение законов земледелия и экологии [1, 10, 11]. Агроэкологический мониторинг проводился в натурном и полевом деляночном опыте на участке экспериментального дренажа гидромелиоративной системы (ГМС) «Тинки-П» (54°15'с.ш. и 39°52' в.д.), расположенного на болоте с тем же названием, с грунтовым типом водного питания в южной части Мещерской низменности. Строительство гидромелиоративной системы с общей площадью осушения 316 га было осуществлено в 1960 г. Участок экспериментального дренажа, на котором проводился полевой опыт, построен в 2020 г. на площади около 2 га. Пластмассовые дрены глубиной 1,1-1,4 м заложены через 18 м узкотраншейным способом. Торфянисто-глеевые почвы участка в процессе осушения и сельскохозяйственного использования трансформировались в агрозем с примесью торфа в корнеобитаемом слое почвы.

Влажность почвы определялась измерителем *НН-2* и термостатно-весовым способом, атмосферные осадки – почвенным дождемером ГР-28. Активность почвенно-биотического комплекса (ПБК) определялась полевым аппликационным методом с размещением льняной ткани на стеклах в пахотном слое почвы. Кислотность (рН-индекс) и солесодержание в водных пробах измерялись потенциометрическим методом. Измерение плотности по слоям почвы производилось в шурфах методом режущего кольца объемом 50 см³ из комплекта полевой лаборатории Литвинова ППЛ-9. В полевом деляночном двухфакторном опыте (фактор А – увлажнение, фактор В – гумат калия) изучались 4 варианта: контроль, природоохранный режим увлажнения (ПРУ), обработка клубней

раннеспелого картофеля сорта Метеор гуматом калия (ГК) и совместное действие изучаемых факторов (ПРУ + ГК). Закладка опыта была произведена методом рендомизированных блоков по Б.А. Доспехову, площадь делянок составляла 12 м² [12].

Опытный участок представляет собой модуль водооборотной осушительно-увлажнительной системы, который позволяет применять технологию оперативного рециклинга с увлажнением почвы дренажными водами дождеванием. Дренажный сток определялся гидрометрическим способом путем измерения живого сечения водного потока с промером глубин и скорости течения воды в створе водомерного поста [6]. Физико-химические свойства дренажных вод определялись с использованием колориметрического и титриметрического методов, а также каталитическим окислением при температуре 680°C.

Водопотребление картофеля определяли из уравнения водного баланса расчетного слоя почвы 0,4 м по формуле (1) [5]:

$$E = W_n - W_k + x + \sum m + g, \quad (1)$$

где W_n и W_k – влагозапасы в расчетном слое почвы в начале и конце расчетного периода, мм; x – атмосферные осадки за расчетный период, мм; $\sum m$ – сумма поливных норм за расчетный период, мм; g – вертикальный влагообмен между почвой и грунтовыми водами, мм.

Для количественной оценки вертикального влагообмена в увязке с динамикой грунтовых вод использовалась полученная нами ранее [2] и апробированная в регионе зависимость (2):

$$g = Z \exp(1 - \beta H), \quad (2)$$

где $Z = E - x - m + (W_{\text{нв}} - W_n)$; x – атмосферные осадки, мм; W_n – начальные запасы влаги в расчетном слое почвы, мм; $W_{\text{нв}}$ – запасы влаги при наименьшей влагоемкости, мм; β – коэффициент, равный 2,3 при $Z > 0$ и 2,0 при $Z < 0$; H – глубина залегания грунтовых вод от поверхности, м.

Природоохранный режим увлажнения картофеля в опыте на трансформированной торфяной почве (агроземе) характеризовался предполивным порогом влажности почвы 0,7 ППВ (предельная полевая влагоемкость) и привязкой вегетационных поливов к наиболее влаголюбивым фазам роста и развития картофеля – бутонизации и цветения [2]. Технология использования гумата калия включала в себя подготовку рабочего раствора (10 мл гумата калия на 10 л дренажной воды) с добавлением микроудобрений и обработку клубней картофеля перед посадкой (замачивание в течение 2 ч перед посадкой) [11].

Результаты и их обсуждение. Технология вовлечения в оборот залежного участка включала в себя скашивание травостоя, вспашку на глубину 25 см и последующую разделку пласта навесной почвофрезой 1GQN-125 М с удалением корней боронованием в два следа. В результате обеспечивалось разуплотнение почвы в пахотном слое от 1,39 до 1,12-1,15 г/см³, или в 1,2 раза, по сравнению с залежью (табл. 1). По показателю плотности, определенной методом режущего кольца, достигнуты снижение степени деградации от уровня слабодеградированной до недеградированной и повышение потенциального плодородия со среднего уровня до высокого согласно классификации [13].

С экологической позиции состояние залежной почвы оценивалось как экологический риск. В результате вовлечения в оборот состояние агрозема было приведено к экологической норме [1, 2]. Одновременно произошло незначительное увеличение плотности твердой фазы при сохранении пористости. Полевые влагозапасы 20 см слоя почвы уменьшились на 4,6 мм, что объясняется временным разрывом капилляров и уменьшением притока влаги от грунтовых вод.

Таблица 1. Агрофизические показатели и влагозапасы деградированной торфяной почвы (агрозема)

Table 1. Agrophysical indicators and moisture reserves of degraded peat soil (agrozema)

Слой почвы, см / Soil layer, cm	Плотность скелета грунта, г/см ³ / Density of soil skeleton, g/cm ³	Плотность твердых частиц грунта, г/см ³ / Density of solid particles in the soil, g/cm ³	Пористость, % / Porosity, %	Влажность, % / Humidity, %	Запас влаги, мм / Moisture reserve, mm
Агрозем первого года использования / Agrozem of the first year of use					
0-10	1,12±0,01	2,53±0,01	55,9±0,6	12,2±0,4	13,6±0,6
10-20	1,15±0,01	2,42±0,01	52,8±0,3	15,0±0,2	17,1±0,2
20-30	1,49±0,05	2,41±0,01	37,9±1,9	13,0±0,7	19,5±0,8
30-40	0,59±0,07	2,30±0,01	74,4±3,1	86,7±3,9	50,1±2,1
40-50	1,12±0,06	2,49±0,01	54,9±3,6	29,8±2,9	33,3±1,0
Агрозем залежного участка / Agricultural soil of the fallow plot					
0-10	1,39±0,07	2,49±0,01	55,9±0,6	12,3±0,2	17,1±0,3
10-20	1,38±0,09	2,34±0,01	52,8±0,3	13,2±0,7	18,2±0,2

Результаты и методы анализа агрохимических свойств агрозема, выполненные испытательной лабораторией Рязанского филиала ФГБУ «РосАгрохимслужба», представлены в таблице 2. Они характеризуются кислой реакцией среды пахотного слоя ($pH=4,1-4,3$ ед.), что для большинства сельскохозяйственных культур требует нейтрализации известкованием, и хорошим уровнем органического вещества 6,1-6,6%. Относительно общего азота отмечается средний уровень обеспеченности, необходимый для нормального роста растений. Содержание подвижного фосфора находится в пределах нормы, что говорит о достаточном фосфорном обмене для большинства культур. Концентрация в почве подвижного калия соответствует высокому уровню, что положительно влияет на уровень эффективного плодородия.

Атмосферные осадки за период вегетации картофеля с 4 июня по 15 августа составили 179,4 мм, в том числе в июне – 78,1 мм, в июле – 73,3 мм, в августе – 28,0 мм. В этих условиях средняя глубина грунтовых вод (УГВ) была близка к норме осушения для картофеля. К моменту посадки картофеля (04.06.2024 г.) грунтовые воды находились на глубине 103 см от поверхности земли, что ниже нормы осушения посевного периода для картофеля, а к моменту уборки (15.08.2024 г.) – на глубине 104 см, что соответствует норме осушения (рис. 1).

Гидрологический режим агрозема был в основном благоприятным для роста и развития картофеля за исключением дождливого периода в третью неделю июня, когда после выпадения 35 мм осадков УГВ поднимался до 79-86 см от поверхности, что сопровождалось формированием избыточной влажности корнеобитаемого слоя почвы (рис. 2). К 20 июня влагозапасы в расчетном слое превысили предельную полевую влагоемкость (ППВ). В этот период среднесуточная природная промываемость почвы составила 2,2 мм/сут., а максимум достигал 5 мм/сут. Периодический промывной режим, формируемый атмосферными осадками, наблюдался еще трижды в июле – начале августа с интенсивностью менее 1 мм/сут.

В первой декаде июля, когда наступила фаза полной бутонизации картофеля, влагозапасы опустились до предполивного порога влажности (0,7 ППВ), и 11 июля в вариантах ПРУ был проведен полив нормой 25 мм. В фазу цветения картофеля влажность была близка к оптимальной, и полив не потребовался. Немаловажно то, что проведение полива нормой 25 мм не вызвало техногенной промываемости почвы.

В качестве водоисточника для полива использовались дренажные воды магистрального канала ГМС «Тинки-П» с применением схемы оперативного гидромелиоративного рециклинга. Модуль дренажного стока в летний период

Таблица 2. Агрохимические свойства агрозема

Table 2. Agrochemical properties of agrozem

Показатели / Indicators	Методы анализа / Methods of the analysis	Результаты анализа / Results of the analysis
pH, единицы pH / pH, pH units	ГОСТ 26483-85, п. 4.2	$4,2 \pm 0,1$
Органическое вещество, % / Organic matter, %	ГОСТ 26213-2021, п. 6.1	$6,1 \pm 0,5$
Азот общий, % / Total nitrogen, %	ГОСТ Р 58896-2019	$0,3 \pm 0,1$
Подвижный фосфор, млн⁻¹ / Mobile phosphorus, ppm⁻¹	ГОСТ Р 54650-2011	105 ± 25
Подвижный калий, млн⁻¹ / Mobile potash, ppm	ГОСТ Р 54650-2011	30 ± 8

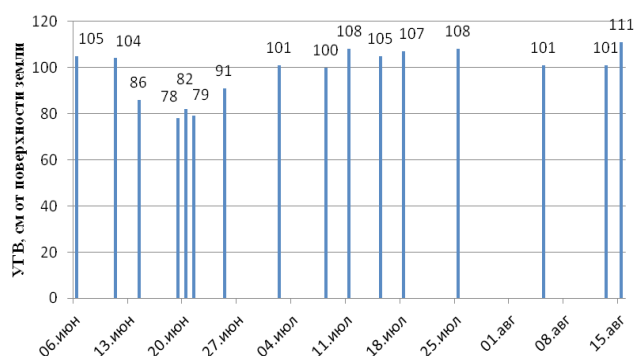


Рис. 1. Динамика уровня грунтовых вод, ГМС «Тинки-П»

Fig. 1. Dynamics of the groundwater level, GMS "Tinki-P"

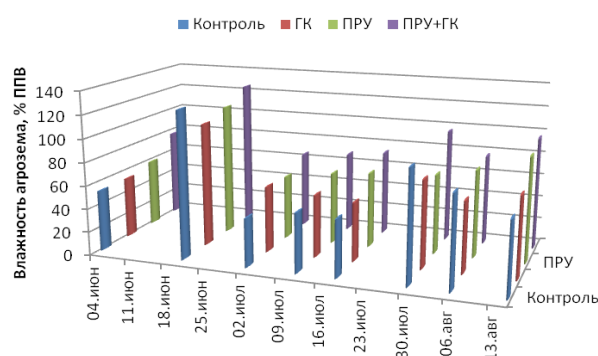


Рис. 2. Динамика влагозапасов агрозема в слое 0-40 см

Fig. 2. Dynamics of agrozem moisture reserves in the 0-40 cm layer

изменялся в диапазоне 0,0275-0,339 л/с·га при среднем значении 0,176 л/с·га. С одним поливом поступление в почву аммония составило около 4 кг/га, углерода – более 10 кг/га, что коррелирует с данными других исследований [14].

Технология выращивания картофеля включала в себя обработку почвы, обработку клубней гуматом калия посадку (4 июня), послевсходовую прополку, окучивание (25 июня), полив дренажными водами в вариантах ПРУ дождеванием в фазу цветения картофеля нормой 25 мм (11 июля), уборку и учет урожая сплошным способом (15 августа).

Основные показатели природоохранного режима увлажнения приведены в таблице 3. На контроле водопотребление среднеспелого картофеля составляло 153,6 мм, в варианте применения гумата калия (ГК) – 161,1 мм. С увлажнением водопотребление возрастало до 174,6 мм в варианте ПРУ и до 185,9 мм – в варианте ПРУ + ГК.

Микробиологическая активность почвенно-биотического комплекса (ПБК) в пахотном слое почвы (20 см) по вариантам опыта была установлена по значению показателя целлюлозоразрушающей активности почвы (ЦАП). Время экспозиции составило 71 сут. (с 4 мая по 15 августа).

Увлажнение агрозема и обработка клубней гуматом калия повышали микробиологическую

активность почвы по сравнению с контролем в первом случае на 15%, во втором случае – до 38% (рис. 3). При этом по шкале Д.С. Звягинцева все варианты укладываются в диапазон средней степени ЦАП (30-50%).

Учет урожая в опыте был выполнен сплошным способом. Средняя урожайность картофеля сорта Метеор, возделываемого на осушаемом агроземе первого года вовлечения в оборот из состояния залежи, изменялась по вариантам полевого деляночного опыта от 25,94 до 29,29 т/га при диапазоне изменчивости от 24,46 до 32,68 т/га (табл. 4).



Рис. 3. Микробиологическая активность почвы

Fig. 3. Microbiological activity of soil

Таблица 3. Показатели природоохранного мелиоративного режима раннего картофеля сорта Метеор

Table 3. Indicators of the environmental reclamation regime of early potatoes of the Meteor variety

Варианты опыта / Variants of the experiment	Водопотребление, мм / Water consumption, mm	Вертикальный водообмен, мм / Vertical water exchange, mm	Вегетационные поливные нормы, мм / Vegetation irrigation norms, mm	Сезонные нормы увлажнения, мм / Seasonal norms of moisturizing, mm
ПРУ / NMR	174,6	+0,1	25	25
ПРУ+ГК / NMR+PH	185,9	+3,8	25	25
ГК / PH	161,1	-4,3	0	0
Контроль / control	153,6	-2,7	0	0

Note:

ГК – PH – potassium humate

ПРУ – NMR – natural moisturizing regime

Таблица 4. Урожайность раннего картофеля сорта Метеор, т/га

Table 4. Yield of the early Meteor potatoes, t/ha

Вариант увлажнения (А) / Variant of moisturizing (A)	Вариант ГК(В) / Variant PH (B)	Повторения, (n) / Repetitions, (n)				Суммы V / Sums V	Средние / Average
		1	2	3	4		
Контроль / Control	0	26,07	28,93	24,46	24,28	103,74	25,94
	ГК / PH	30,36	29,64	24,46	27,14	111,60	27,90
ПРУ / NMR	0	31,79	29,64	25,54	25,18	112,15	28,04
	ГК / PH	32,68	30,36	26,61	27,50	117,15	29,29
Суммы P / Sums		120,9	114,82	101,07	104,36	$\sum x = 441,15$	$\bar{x} = 27,57$

Note:

ГК – PH – potassium humate

ПРУ – NMR – natural moisturizing regime

Средняя урожайность в опыте составила 27,75 т/га, на контроле – 25,94 т/га. Обработка клубней гидратированным торфом (вариант ГТ) повышала урожайность по сравнению с контролем на 1,96 т/га, или на 7,56%, и на 3,35 т/га, или на 12,9%, вместе с увлажнением (вариант ПРУ+ГК). Применение увлажнения без применения гумата калия (вариант ПРУ) повышало урожайность на 2,1 т/га, или на 8,1%, по сравнению с контролем. Совместное применение увлажнения и гумата калия повышало урожайность по сравнению с вариантом ГК на 1,39 т/га, или на 4,98%, и на 1,25 т/га, или на 4,46%, по сравнению с вариантом ПРУ.

Дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта с увлажнением и обработкой клубней рабочим раствором гумата калия показал, что на 5%-ном уровне значимости средний эффект от увлажнения с совместным применением гумата калия является достоверным, эффект от взаимодействия исследуемых факторов – недостоверным (табл. 5).

Таким образом, достоверные прибавки урожая картофеля на 5%-ном уровне значимости получены от применения увлажнения дренажными водами нормой 25 мм независимо

от фактора гумата калия – как по частным средним, так и по средним значениям фактора. От гумата калия прибавка является существенной только для среднего эффекта.

Экологическая эффективность была определена по показателю ресурсоемкости изучаемых технологий, устанавливаемых в свою очередь по общим затратам на водопотребление и по затратам оросительной воды, отнесенных к единице товарной продукции картофеля (табл. 6). При одном поливе применение гумата калия не оказало значительного влияния на ресурсоемкость технологий возделывания раннеспелого картофеля.

Выстраивание наиболее приоритетного ряда эффективности изучаемых технологий по общему расходу воды (водопотреблению) на единицу продукции представлено на рисунке 4.

ГК	Контроль	ПРУ	ПРУ+ГТ
57,7 м³/т	59,3 м³/т	62,3 м³/т	63,5 м³/т

Рис. 4. Приоритетный ряд эффективности изучаемых технологий по общему расходу воды на единицу продукции

Fig. 4. Ranking of the technologies under study by priority based on total water consumption per unit of output

Таблица 5. Действие увлажнения и гумата калия на урожайность раннего картофеля сорта Метеор, т/га, 2024 г.

Table 5. The effect of moisture and potassium humate on the yield of early potatoes of the Meteor variety, t/ha, 2024

Вариант (А) / Variant (A)	Гумат калия (В) / Potassium humate (B)		Средние по фактору (А) (НСР ₀₅ =1,415 т/га) / Average for factor (A) (LSD ₀₅ =1,415 t/ha)
	Не применялся / Not used	Применялся / Used	
Контроль / Control	25,94	27,90	26,92
ПРУ / NMR	28,04	29,29	28,66
Средние по (В) (НСР ₀₅ = 1,415 т/га) / Average for (B) (LSD ₀₅ = 1,415 t/t/ha)	26,99	28,59	27,79

Примечание. Для сравнения частных средних – НСР₀₅ = 2,001 т/га

For comparison, sample average – LSD₀₅ (Least Significance Difference) = 2.001 t/ha

Таблица 6. Ресурсоемкость технологий возделывания картофеля сорта Метеор, 2024 г.

Table 6. Resource intensity of technologies for cultivating Meteor potatoes, 2024

Варианты опыта / Variants of the experiment	Урожайность, т/га / Yield t/ha	Сезонная норма увлажнения, м³/га мм / Seasonal norms of moisturizing, mm	Водо- потребление, м³/га / Water consumption, m³/ha	Ресурсоемкость, м³/т / Resource intensity, m³/t	
				по водо- потреблению / on water consumption	по ороси- тельной норме / on irrigation
Контроль / Control	25,94	0	1536	59,3	0
ГК / PH	27,90	0	1611	57,7	0
ПРУ MR	28,04	250	1746	62,3	8,9
ПРУ+ГК / NMR+HP	29,29	250	1859	63,5	8,5

Note:

ГК – PH – potassium humate

ПРУ – NMR – natural moisturizing regime

ГТ – HP – humate peat

По оросительной норме наиболее эффективным является вариант с совместным применением увлажнения и гумата калия ПРУ+ГК ($8,5 \text{ м}^3/\text{т}$), а наиболее затратным – вариант ПРУ ($8,9 \text{ м}^3/\text{т}$).

Выводы

1. В полевых условиях апробирована технология вовлечения в оборот залежной деградированной торфяной почвы (агрозема), включающая в себя операции вспашки залежи и разделки пласта почвофрезой с боронованием в два следа, а также применение оперативного гидро-мелиоративного рециклинга для увлажнения агрозема. При этом достигнуты разуплотнение пахотного слоя почвы в 1,2 раза по сравнению с залежью и повышение потенциального плодородия от среднего до высоких уровней.

2. Для утилизации дренажных вод применялся природоохранный мелиоративный режим увлажнения агрозема с привязкой вегетационных поливов к наиболее влаголюбивым фазам роста и развития картофеля (бутонизации и цветения) и назначением сроков полива с учетом водообмена с грунтовыми водами. Мощность расчетного слоя почвы составляла 0,4 м, предполивной порог влажности почвы для раннего картофеля – 0,7 ППВ. В условиях умеренно жаркого и средневлажного периода вегетации был проведен один полив дренажными водами нормой 25 мм.

3. В гидрологическом режиме агрозема в середине июня были зарегистрированы избыточная влажность почвы и повышение УГВ до 79-86 см от поверхности земли после выпадения 35 мм осадков. В этот период среднесуточная природная промываемость почвы, формируемая атмосферными осадками, составила 2,2 мм/сут., а максимум достигал 5 мм/сут. Периодический природный промывной режим наблюдался еще

трижды в июле – начале августа с интенсивностью менее 1 мм/сут. Модуль дренажного стока в летний период изменялся в диапазоне 0,0275-0,339 л/с·га при среднем значении 0,176 л/с·га. С одним поливом поступление в почву аммония составило около 4 кг/га, углерода – более 10 кг/га.

4. Применение обработки клубней гуматом калия (вариант ГК) достоверно повышало урожайность по сравнению с контролем на 1,96 т/га, или на 7,56%, и на 3,35 т/га, или на 12,9%, вместе с увлажнением (вариант ПРУ+ГК). Применение увлажнения без применения гумата калия (вариант ПРУ) повышало урожайность на 2,1 т/га, или на 8,1%, по сравнению с контролем. Совместное применение увлажнения и гумата калия повышало урожайность по сравнению с вариантом ГК на 1,39 т/га, или на 4,98%, и на 1,25 т/га, или на 4,46%, по сравнению с вариантом ПРУ. Достоверные прибавки урожая картофеля на 5%-ном уровне значимости получены в результате применения увлажнения дренажными водами независимо от гумата калия – как по частным средним, так и по средним значениям фактора.

5. Установлено, что общий расход воды на водопотребление, отнесенный к единице продукции, наиболее эффективным оказался вариант ГК – $57,7 \text{ м}^3/\text{т}$. По расходу поливной воды наиболее эффективным является вариант с совместным применением увлажнения и гумата калия (ПРУ+ГК) – $8,5 \text{ м}^3/\text{т}$, или на 4,5% меньше, чем в варианте ПРУ ($8,9 \text{ м}^3/\text{т}$).

6. По результатам исследований производству рекомендовано провести нейтрализацию почвы от избыточной кислотности с помощью известкования, что позволит при правильной агротехнике добиться повышения эффективного плодородия и урожайности сельскохозяйственных культур.

Список использованных источников

1. Черников В.А., Алексахин Р.М., Голубев А.В. и др. Агроэкология / Под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. М.: Колос, 2000. 536 с. EDN: UCWORT
2. Пыленок П.И., Сидоров И.В. Природоохранные мелиоративные режимы и технологии. М.: Россельхозакадемия, 2004. 323 с. EDN: TGBVXK
3. Зайдельман Ф.Р. Дегградация почв как результат антропогенной трансформации их водного режима и защитные мероприятия // Почвоведение. 2009. № 1. С. 93-105. EDN: JVFVHZ
4. Уланов А.Н., Журавлёва Е.Л. Экологические аспекты освоения и сельскохозяйственного использования торфяных почв и выработанных торфяников // Теоретическая и прикладная экология. 2009. № 3. С. 94-96. EDN: KWFYDP
5. Пыленок П.И. Гидрология дренажа. Научно-технологическое обоснование осушительно-увлажнительных систем:

References

1. Agroecology / V.A. Chernikov, R.M. Aleksakhin, A.V. Golubev [et al.]; Edited by V.A. Chernikov, A.I. Chekeres. M.: Kolos, 2000. 536 p. EDN: UCWORT
2. Pylenok P.I., Sidorov I.V. Environmental amelioration regimes and technologies. Moscow, Russian Agricultural Academy, 2004. 323 p. EDN: TGBVXK
3. Seidelman F.R. Soil degradation as a result of anthropogenic transformation of their water regime and protective measures // Soil science. 2009. No. 1. P. 93-105. EDN: JVFVHZ
4. Ulanov A.N., Zhuravleva E.L. Ecological aspects of the development and agricultural use of peat soils and exhausted peat bogs // Theoretical and applied ecology. 2009. No. 3. P. 94-96. EDN: KWFYDP
5. Pylenok P.I. Hydrology of drainage. Scientific and technological substantiation of dehumidification and humidification systems: a monograph. Moscow: FNTS

Монография. М.: ФНИЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, 2024. 172 с. DOI: 10.37738/VNIIGIM.2024.54.76.001. EDN: IRCKTZ

6. Пыленок П.И., Ефремов Р.О. Экологические требования к управляемым факторам воздействия мелиорации торфяных почв на окружающую среду // Мелиорация и водное хозяйство. 2004. № 4. С. 83-86. EDN: MZZMQZ

7. Хаджиди А.Е., Кузнецов Е.В., Новиков А.Е. Утилизация дренажного стока осушительной системы // Природообустройство. 2025. № 1. С. 13-20. DOI: 10.26897/1997-6011-2025-1-13-20. EDN: JOUNCR

8. Дронова Т.Н., Дергачева И.А. Возделывание раннего картофеля на орошаемых землях // Орошаемое земледелие. 2013. № 1. С. 6-7.

9. Зинковский В.Н., Зинковская Т.С., Пантелеева Т.Н. Эффективность орошения картофеля на осушаемых землях Нечерноземья при разных погодных условиях // Использование мелиорированных земель – современное состояние и перспективы развития мелиоративного земледелия: Сборник трудов. 2015. С. 258-261.

10. Митин В.Ф. Методика расчета водного режима почвы и дренажного стока // Мелиорация и водное хозяйство. 1996. № 2. С. 15-16.

11. Комякова Е.М., Комякова Е.М. Влияние торфогуминовых удобрений на формирование урожайности и показателя качества картофеля // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: Материалы VII Международной научной конференции. 2010. Брянская ГСХА. С. 235-237.

12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1973. 336 с.

13. Руководство по определению потенциального плодородия и уровня его использования по почвам пашни Центрального района России с целью их охраны, предотвращения деградации. М.: Роскомзем, 1997. 25с.

14. Лагутина Т.Б., Варпакхович И.М. О выносе веществ с дренажным стоком из пойменных и торфяных почв // Мелиорация земель Архангельской области: Сборник научных трудов / Северный научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации; Гл. ред. А.И. Климко. Ленинград, 1984. С. 101-105.

Информация об авторах

Петр Иванович Пыленок – д-р техн. наук, доцент, главный научный сотрудник Мещерского филиала ФГБНУ «ФНИЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова»; ORCID: 0000-0001-7621-2331; RINIC AuthorID: 796754; petr.pylenok@yandex.ru

Руслан Олегович Ефремов – младший научный сотрудник Мещерского филиала ФГБНУ «ФНИЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова»; аспирант, AuthorID: 1223080; ruslan260599@gmail.com

Вклад авторов

П.И. Пыленок – общее научное руководство исследованием, постановка проблемы и целей, разработка концепции эксперимента

Р.О. Ефремов – непосредственное проведение экспериментальных исследований

Конфликт интересов / Contribution of the authors

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов / The authors declare that there are no conflicts of interest

Поступила в редакцию / Received 22.01.2026

Поступила после рецензирования / Received 27.05.2026

Принята к публикации после доработки / Accepted 29.05.2026

VNIIGIM I.M. A.N. Kostyakova, 2024. 172 p. DOI: 10.37738/VNIIGIM.2024.54.76.001. EDN: IRCKTZ

6. Pylenok P.I., Efremov R.O. Ecological requirements for manageable factors of impact of peat soil reclamation on the environment. // Land reclamation and water management. No. 4, 2024. P. 83-86. EDN: MZZMQZ

7. Khadjidi A.E., Kuznetsov E.V., Novikov A.E. Utilization of drainage runoff of the drainage system // Prirodoobustroystvo. No. 1 (2025). P. 13-20 DOI: 10.26897/1997-6011-2025-1-13-20. EDN: JOUNCR

8. Dronova T.N. Dergacheva I.A. Cultivation of early potatoes on irrigated lands // Irrigated agriculture. 2013. No. 1. P. 6-7.

9. Zinkovsky V.N., Zinkovskaya T.S., Panteleeva T.N. Potato irrigation efficiency in drained lands of the Non-Chernozem region under different weather conditions // In the collection: The use of reclaimed lands – the current state and prospects for the development of reclamation agriculture. 2015. P. 258-261.

10. Mitin V.F. Methodology for calculating the water regime of soil and drainage runoff // Land reclamation and water management. 1996. No. 2. P. 15-16.

11. Komyakova E.M., Komyakova E.M. The influence of peat-humic fertilizers on the formation of yields and quality indicators of potatoes // In collection: Agroecological aspects of the sustainable development of agriculture. Proceedings of the VII International Scientific Conference. 2010. P. 235-237.

12. Dospekhov B.A. Methodology of field experience. Moscow: Kolos, 1973. 336 p.

13. Guidelines for determining potential fertility and the level of its use for arable soils in the central region of Russia in order to protect them and prevent degradation. Moscow, Roskomzem, 1997. 25 p.

14. Lagutina T.B., Varpakhovich I.M. On the removal of substances with drainage runoff from floodplain and peat soils // In the collection: Land reclamation of the Arkhangelsk region. collection of scientific papers. Northern Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation; editor-in-chief A.I. Klimko. Leningrad, 1984. P. 101-105.

Information about the authors

Peter I. Pylenok – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Chief Researcher; ORCID: 0000-0001-7621-2331; RSCI AuthorID: 796754; petr.pylenok@yandex.ru

Ruslan O. Efremov – Junior Researcher, postgraduate student; AuthorID: 1223080; ORCID: 0009-0007-0045-5039; ruslan260599@gmail.com

Contribution of the authors

P.I. Pylenok – general scientific management of the research, formulation of the problem and goals, development of the concept of the experiment

R.O. Efremov – direct conduct of experimental research