

МЕЛИОРАЦИЯ, ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АГРОФИЗИКА

Научная статья

УДК 631.41, 631.452

doi: 10.31774/2712-9357-2024-14-3-46-65

Изменение параметров плодородия аллювиальных почв мелиорированной поймы р. Десны при использовании в качестве сенокоса

Геннадий Владимирович Чекин

Брянский государственный аграрный университет, Кокино, Российская Федерация,
gb-swamp@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9252-2193>

Аннотация. Цель: изучить особенности изменения агрохимических показателей мелиорированных почв поймы р. Десны при использовании в качестве сенокоса. **Материалы и методы.** Исследования проводили на мелиорированном участке поймы р. Десны, расположенном между н.п. Неготино и Овстуг Жуковского района Брянской области. Отбор почвенных образцов проводили в 2005 и 2021 гг. методом почвенных ключей по генетическим горизонтам. Агрохимические показатели определяли общепринятыми методами. **Результаты.** Проведены мониторинговые наблюдения на мелиорируемом участке поймы р. Десны. Отмечено, что не применяется рекомендованная система удобрений, не производится известкование, не содержатся в надлежащем состоянии мелиоративные каналы. Показано, что произошло резкое уменьшение содержания органического вещества и общего азота в гумусовом горизонте на всех ключевых участках. Отмечено неоднозначное изменение кислотности. На участке Р-22 отмечено снижение рН(KCl) вниз по профилю почвы на 0,4 и 0,1 единицы. На ключевом участке Р-23 в гумусовом горизонте рН(KCl) уменьшился на 1,0 единицы, для нижележащих горизонтов на 0,8 и 1,2 единицы соответственно. На участке Р-24 кислотность снизилась на 0,3 и 0,4 единицы для горизонтов вниз по профилю почвы. На участке Р-25 в гумусовом горизонте кислотность не изменилась, а в нижележащем отмечено увеличение рН(KCl) на 0,6 единиц. На участках Р-22 и Р-24 показано увеличение содержания подвижных соединений фосфора в гумусовом горизонте от 4,8 до 22,7 % и уменьшение в нижележащем. На участке Р-23 содержание подвижного фосфора уменьшилось. На участке Р-25 в гумусовом горизонте оно выросло на 51,6 %, в нижележащем уменьшилось на 58,6 %. Динамика распределения подвижного калия в целом аналогична подвижному фосфору. **Выводы:** игнорирование рекомендаций по системе удобрений и известкованию, запущенность мелиоративных каналов в совокупности с климатическими особенностями наблюдаемого периода привели к изменениям свойств почв в основном деградационного характера.

Ключевые слова: мелиорированная пойма, деградация, аллювиальные почвы, обменная кислотность, подвижный фосфор, подвижный калий, органическое вещество

Для цитирования: Чекин Г. В. Изменение параметров плодородия аллювиальных почв мелиорированной поймы р. Десны при использовании в качестве сенокоса // Мелиорация и гидротехника. 2024. Т. 14, № 3. С. 46–65. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2024-14-3-46-65>.

LAND RECLAMATION, WATER MANAGEMENT AND AGROPHYSICS

Original article

Changes in fertility parameters of the alluvial soils of the reclaimed floodplain of the Desna river used as haymaking



Gennady V. Chekin

Bryansk State Agrarian University, Kokino, Russian Federation, gb-swamp@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-9252-2193>

Abstract. Purpose: to study the features of changes in agrochemical parameters of reclaimed soils of the Desna river floodplain when used as haymaking. **Materials and methods.** The studies were carried out on a reclaimed section of the Desna river floodplain located between communities Negotino and Ovstug, Zhukovsky district, Bryansk region. Soil samples were collected in 2005 and 2021 using the method of soil keys by genetic horizons. Agrochemical indicators were determined by generally accepted methods. **Results.** Monitoring observations were carried out in the reclaimed area of the Desna river floodplain. It was noted that the recommended fertilizer system is not used, liming is not carried out, and reclamation channels are not maintained in proper condition. It was shown that there was a sharp decrease in the organic matter and total nitrogen content in the humus horizon in all key areas. An ambiguous change in acidity was noted. At site R-22, a decrease in pH (KCl) down the soil profile by 0.4 and 0.1 units was noted. In the key area R-23 pH (KCl) decreased by 1.0 units in the humus horizon, for the underlying horizons by 0.8 and 1.2 units, respectively. At site R-24, acidity decreased by 0.3 and 0.4 units for horizons down the soil profile. At site R-25, the acidity in the humus horizon did not change, but in the underlying horizon there was an increase in pH (KCl) by 0.6 units. In areas R-22 and R-24, the content of mobile phosphorus compounds in the humus horizon increased from 4.8 to 22.7 % and decreased in the underlying one. At site R-23, the content of available phosphorus decreased. In the R-25 area in the humus horizon it increased by 51.6 %, in the underlying one it decreased by 58.6 %. The dynamics of the mobile potassium distribution is generally similar to that of mobile phosphorus. **Conclusions:** ignoring the recommendations on the fertilizer and liming system, the neglect of reclamation canals, combined with the climatic features of the observed period, led to changes in soil properties, mainly of a degradation nature.

Keywords: reclaimed floodplain, degradation, alluvial soils, exchangeable acidity, mobile phosphorus, mobile potassium, organic matter

For citation: Chekin G. V. Changes in fertility parameters of the alluvial soils of the reclaimed floodplain of the Desna river used as haymaking. *Land Reclamation and Hydraulic Engineering*. 2024;14(3):46–65. (In Russ.). <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2024-14-3-46-65>.

Введение. Пойменные угодья являются естественной кормовой базой животноводства. При кормопроизводстве связываются воедино не только растениеводство и животноводство, но и экология, рациональное природопользование, охрана окружающей среды, воспроизводство плодородия почв [1, 2]. Для ускоренного развития животноводства в Нечерноземной зоне России, куда входит и Брянская область, есть все возможности: обширные земельные ресурсы, кормовая база. В этом отношении по природным и климатическим условиям пойма р. Десны при ее рациональном использовании является важнейшим источником и фактором повышения уровня эффективности кормопроизводства и на его базе животноводства [2, 3]. Один

из приемов повышения эффективности использования пойменных почв – мелиорация. При ее осуществлении становится возможным введение в севооборот ранее недоступных для обработки техникой земель, а также улучшение качества уже имеющихся в агропромышленном производстве. При этом для сохранения уровня плодородия аллювиальных почв, территорий, преобразованных мелиорацией, необходимо иметь представление о тех изменениях агрохимических показателей почв, которые происходят с течением времени. Подобные исследования немногочисленны, а для р. Десны отсутствуют вовсе.

Исходя из этого, актуальным является рассмотрение изменений параметров плодородия пойменных почв р. Десны, преобразованных мелиорацией, в ходе длительного сельскохозяйственного использования. Цель исследования – изучить особенности изменения агрохимических показателей мелиорированных почв поймы р. Десны при использовании в качестве сенокоса.

Материалы и методы. Исследования проводили на мелиорированном участке поймы р. Десны, расположенном между д. Неготино и с. Овстуг Жуковского района Брянской области. Отбор почвенных образцов для определения агрохимических показателей проводили в 2005 и 2021 гг. на ключевых участках. Каждый участок площадью 25 м² представлял собой полнопрофильный разрез и четыре полуямы (рисунки 1, 2). Привязку объектов выполняли с помощью GPS-приемника. Описание почв и обозначение горизонтов проводили в соответствии с классификацией и диагностикой почв России [4]. Смешанные образцы почвы для лабораторных исследований составляли из проб, отобранных в 3–4 точках со стенок разреза по всей толще соответствующего генетического горизонта. К анализам образцы подготавливали общепринятыми методами.



Рисунок 1 – Расположение ключевых участков

Figure 1 – Location of key areas



Рисунок 2 – Профиль исследуемого участка

Figure 2 – Profile of the study area

Органическое вещество определяли по ГОСТ 26213¹, общий азот по ГОСТ Р 58596², обменный калий и подвижный фосфор по ГОСТ Р 54650³,

¹ГОСТ 26213-2021. Почвы. Методы определения органического вещества. Введ. 2022-08-01. М.: Рос. ин-т стандартизации, 2021. 11 с.

²ГОСТ Р 58596-2019. Почвы. Методы определения общего азота. Введ. 2020-01-01. М.: Стандартиформ, 2019. 9 с.

³ГОСТ Р 54650-2011. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. Введ. 2013-01-01. М.: Стандартиформ, 2013. 8 с.

pH(KCl) по ГОСТ 26483⁴, гранулометрический состав по Н. А. Качинскому с пирофосфатом натрия.

До проведения мелиорации участок представлял собой часть поймы с плоским рельефом, впадинами и понижениями глубиной 0,1–1,5 м, которые были частично заполнены водой и зарослями древесно-кустарниковой растительности. На объекте имелся открытый канал, построенный силами хозяйства, но к 1991 г. он был заилен, закустарен и не обеспечивал требуемой нормы осушения. Также на объекте находился водоем незначительной площади, глубиной до 2 м. Основная почвенная разность участка – аллювиальные серогумусовые глеевые легкосуглинистые почвы. В переувлажненных впадинах и понижениях – аллювиальные иловато-глеевые почвы. Агрохимическая характеристика исходных почв: гумус – 3,0–3,5 %; P₂O₅ – 100–150 мг/кг; K₂O – 40–80 мг/кг; pH(KCl) – 5,9.

Урожайность травостоя была на уровне 10 ц/га. Мелиоративные мероприятия были проведены в 1991 г. Они включали планировку поверхности, в т. ч. засыпку понижений. Было внесено 5,4 т фосфоритной муки, 10,2 т аммиачной селитры, 7,5 т калийной соли. Подготовленная поверхность была засеяна травосмесью из тимофеевки луговой, лисохвоста лугового, костра безостого, мятлика болотного. Проектная урожайность предполагалась на уровне 40,6 ц/га сена при ежегодном внесении удобрений N₅₀P₄₀K₆₀ по действующему веществу на 1 га.

В настоящее время каналы частично закустарены и заилены вследствие отсутствия мероприятий по поддержанию их работоспособности в период после проведенной мелиорации. Внесение удобрений согласно рекомендациям проекта мелиорации не производится.

Почвенный покров на исследуемом участке представлен аллювиальной серогумусовой глеевой почвой, морфологическое описание приведено ниже (таблицы 1–4).

⁴ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО. Введ. 1986-07-01. М.: ГК СССР по стандартам, 1985. 6 с.

Таблица 1 – Ключевой почвенный участок R-25

Table 1 – Key soil area R-25

Горизонт	Мощность, см	Морфологическая характеристика
AУg	0–6	Гумусовый горизонт, верхняя часть густо переплетена корнями (дернина), серый с темно-серыми, бурыми, сизыми пятнами оглеения, пятнами оксидов железа. Свежий, легкий суглинок, пластичный, слабо уплотненный, мелкокомковато-комковатый. Количество корней среднее. Переход ясный, слабоволнистый
G	6–12	Глеевый горизонт. Серо-сизого цвета с обильными бурыми пятнами. Свежий, легкосуглинистого гранулометрического состава, комковато-крупнокомковатой структуры, среднепластичный, среднеуплотненный. Переход слабоволнистый, резкий
CG	12–50	Светло-сизый с белесыми и бурыми пятнами. Влажный, среднесуглинистый, уплотненный, плитчатый. Ниже 50 см переходит в толщу аллювия

Таблица 2 – Ключевой почвенный участок R-24

Table 2 – Key soil area R-24

Горизонт	Мощность, см	Морфологическая характеристика
AУg	0–13	Гумусовый горизонт, верхняя часть густо переплетена корнями (дернина), серый с темно-серыми, бурыми, сизыми пятнами оглеения, пятна оксидов железа. Свежий, легкий суглинок, пластичный, слабо уплотненный, мелкокомковато-комковатый. Содержит среднее количество корней. Переход ясный, слабоволнистый
G	13–21	Глеевый горизонт, серо-сизый с обильными бурыми пятнами. Свежий, среднесуглинистый, среднепластичный, среднеуплотненный, комковато-крупнокомковатой структуры. Переход слабоволнистый, резкий
CG	21–36	Светло-сизый с белесыми и бурыми пятнами, влажный, легкосуглинистый, уплотненный, плитчатый. Ниже 36 см переходит в толщу аллювия

Таблица 3 – Ключевой почвенный участок R-23

Table 3 – Key soil area R-23

Горизонт	Мощность, см	Морфологическая характеристика
1	2	3
AУg	0–26	Гумусовый горизонт, верхняя часть густо переплетена корнями (дернина), серый с темно-серыми, бурыми, сизыми пятнами оглеения, оксидов железа. Свежий, легкий суглинок, пластичный, слабо уплотненный, мелкокомковато-комковатой структуры. Содержит среднее количество корней. Переход ясный, слабоволнистый
G	26–44	Глеевый горизонт серо-сизого цвета с обильными бурыми пятнами. Свежий, среднесуглинистый, среднепластичный, среднеуплотненный, комковато-крупнокомковатой структуры. Переход слабоволнистый, резкий

Продолжение таблицы 3

Table 3 continued

1	2	3
CG1	44–68	Светло-сизый горизонт с белесыми и бурыми пятнами, влажный, легкосуглинистый, уплотненный, плитчатый
CG2	68–76	Темно-сизый, влажный, среднесуглинистый, комковатый, уплотненный, присутствуют пятна ожелезнения. Ниже 76 см переходит в толщу аллювия

Таблица 4 – Ключевой почвенный участок R-22

Table 4 – Key soil area R-22

Горизонт	Мощность, см	Морфологическая характеристика
AУ(g)	0–31	Гумусовый горизонт буро-серого цвета, верхняя часть густо переплетена корнями (дернина). Свежий, супесчаный, мелкокомковатый, среднепористый, слабо уплотнен. Присутствуют следы оглеения, зерна кремнезема, пятна оксидов железа, обильные корни растений. Переход постепенный, слабоволнистый
C [~]	31–61	Аллювий светло-серого цвета, на глубине 44 см прослойка песка мощностью 2–3 см. Супесчаный, мелкокомковатый. Слабо уплотнен. Присутствуют следы оглеения, пятна оксидов железа, тонкие прослойки ила. Ниже 61 см переходит в бесструктурную толщу аллювия

Результаты исследования и их обсуждение

Климатические параметры участка исследований

Климат является одним из факторов почвообразования. Проблема влияния климатических параметров на изменение параметров плодородия почв многогранна и тесно переплетается с влиянием на продуктивность сельскохозяйственных культур.

Наиболее распространенным показателем, широко используемым в агрометеорологических наблюдениях, является индекс гидротермического коэффициента увлажнения Г. Т. Селянинова (ГТК). Данный показатель характеризует отношение суммы осадков (в миллиметрах), выпавших за месячный период с температурами выше +10 °С, к сумме температур в градусах Цельсия (°С) за это же время. При этом выделяют: избыточное увлажнение (ГТК > 1,3), обеспеченное увлажнение (1,0–1,3), засушливое (0,7–1,0), сухое земледелие (0,5–0,7), ирригацию (ГТК < 0,5). Продолжи-

тельность вегетационного периода на территории Брянской области 5,5 месяцев (с 15.05 по 01.11).

Количество осадков за вегетационный период с 1991 по 2021 г. изменялось от 410 до 890 мм (рисунок 3). Среднее количество составило 669 мм. Можно отметить чередование более сухих годов с более влажными. Протяженных засух или переувлажнения не отмечается.

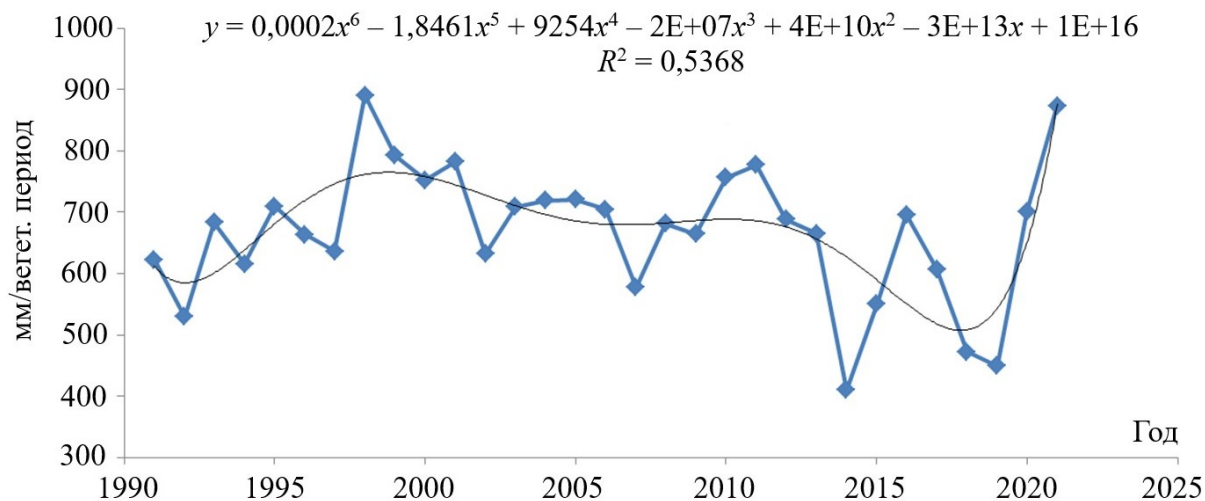


Рисунок 3 – Количество осадков за вегетационный период (15 мая – 1 ноября) с 1991 по 2021 г.

Figure 3 – Amount of precipitation for the growing season period (May 15 – November 1) from 1991 to 2021

Гидротермический коэффициент (рисунок 4) в период с 1991 по 2021 г. изменялся от 0,77 до 1,94 при среднем значении 1,32. Изменения ГТК также имеют волнообразный характер, однако необходимо отметить, что увлажненность периода с 1991 по 2001 г. была в основном избыточна (ГТК > 1,3); с 2002 по 2013 г. происходило чередование избыточного увлажнения с обеспеченным; с 2014 по 2021 г. обеспеченный период увлажнения сменился засушливым, а затем избыточным.

Таким образом, в период с 1991 по 2021 г. происходило волнообразное колебание климатических параметров, при этом первая половина наблюдаемого периода была более обеспечена влагой, чем вторая.

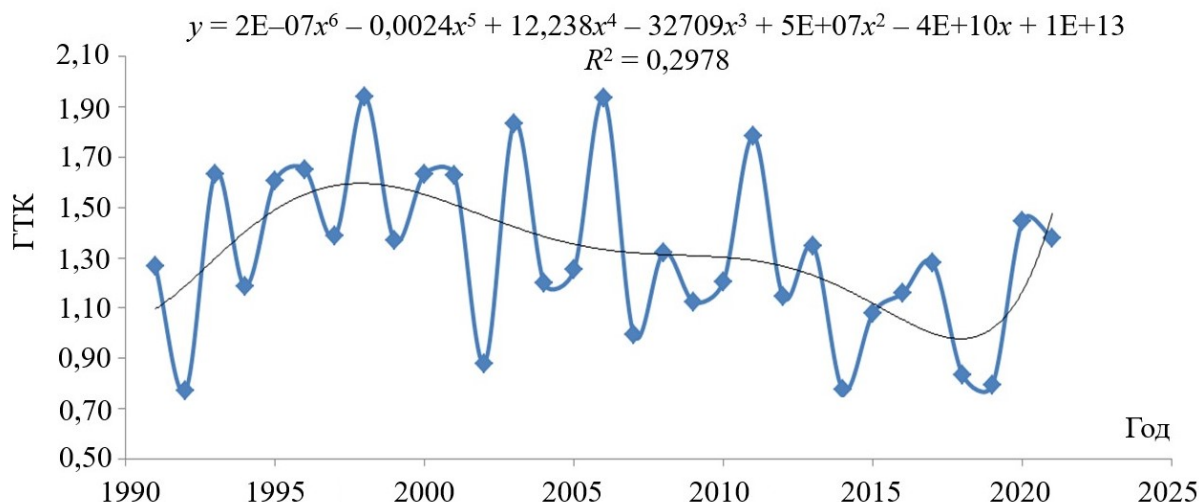


Рисунок 4 – Гидротермический коэффициент с 1991 по 2021 г.
Figure 4 – Hydrothermal coefficient from 1991 to 2021

Изменение агрохимических свойств почв участка исследований

Влияние осушительной мелиорации на изменение свойств почвы разнообразно и часто противоречиво. В одних работах показано, что на осушенных почвах создаются условия, более благоприятные для развития растений, чем на неосушенных [5]. Другие указывают на неоднозначные либо отрицательные последствия мелиорации [6, 7].

Показано (таблица 5), что в 2021 г. по сравнению с 2005 г. произошло резкое уменьшение содержания органического вещества и общего азота в гумусовом горизонте на всех ключевых участках. В нижележащих горизонтах содержание органического вещества также уменьшилось, за исключением Р-23, в горизонте G которого произошло существенное увеличение его содержания. Вертикальное распределение общего азота по профилю почв исследуемого участка в целом аналогично распределению органического вещества.

И. В. Лыскова и др. указывают, что динамика современных климатических изменений в Центральном Нечерноземье имеет единую направленность по всему региону и находит свое отражение в трансформации агроклиматических ресурсов, увеличении продолжительности теплого и вегетационного периодов, нарушении хода перезимовки, усилении экстремальности, увеличении частоты и интенсивности неблагоприятных явлений

теплого и холодного сезонов [8]. Волнообразные изменения ГТК (см. рисунок 2) подтверждают эту точку зрения. Одно из наиболее значимых экстремальных явлений летнего периода – снижение влагообеспеченности почвы, в предельном случае доходящее до засухи. В трудах Zhang et al., 2019, Deng et al., 2021, отмечается, что данные процессы могут приводить к значительному снижению содержания органического вещества в почве в результате уменьшения поступления растительных остатков и снижения темпов гумификации [9, 10]. При этом расчет баланса гумуса (рисунок 5) для полученной на исследуемом участке урожайности (от 2,4 до 12,9 т/га зеленой массы в зависимости от ключевого участка и года) дает положительные значения, так как не учитывает изменение коэффициента гумификации при снижении влагообеспеченности.

Таблица 5 – Параметры плодородия почв ключевых участков

Table 5 – Soil fertility parameters in key areas

Генетический горизонт	Граница горизонта	Органическое вещество, %	Нобщ, %	рН (KCl)	P ₂ O ₅ K ₂ O		Физическая глина, %
					мг/кг почвы		
Ключевой участок P-22							
AY(g)	0–31	<u>2,66</u> 0,31	<u>0,47</u> 0,08	<u>5,2</u> 4,8	<u>143</u> 150	<u>15,2</u> 9,5	4,16
C [~]	31–61	<u>0,44</u> 0,03	<u>0,24</u> 0,05	<u>6,4</u> 6,3	<u>242</u> 154	<u>15,0</u> 6,6	2,40
Ключевой участок P-23							
AYg	0–26	<u>3,22</u> 0,60	<u>0,51</u> 0,11	<u>5,3</u> 4,3	<u>236</u> 165	<u>20,4</u> 8,5	13,60
G	26–44	<u>1,22</u> 3,59	<u>0,36</u> 0,15	<u>5,6</u> 4,8	<u>245</u> 112	<u>15,2</u> 15,2	32,64
CG1	44–68	<u>не опр.</u> 0,82	<u>0,24</u> 0,32	<u>5,6</u> 4,4	<u>42,4</u> 36,6	<u>20,0</u> 13,3	62,01
Ключевой участок P-24							
AYg	0–13	<u>2,44</u> 1,50	<u>0,43</u> 0,19	<u>4,2</u> 4,5	<u>163</u> 200	<u>25,3</u> 66,4	31,73
G	13–21	<u>1,89</u> 0,79	<u>0,40</u> 0,12	<u>4,3</u> 4,7	<u>299</u> 173	<u>25,3</u> 13,3	27,95
Ключевой участок P-25							
AYg	0–6	<u>2,33</u> 1,45	<u>0,40</u> 0,20	<u>4,2</u> 4,2	<u>143</u> 69,2	<u>35,3</u> 18,0	26,68
G	6–12	<u>1,55</u> 0,70	<u>0,28</u> 0,15	<u>4,1</u> 4,7	<u>152</u> 241	<u>20,0</u> 76,8	22,39
Числитель – данные 2005 г., знаменатель – 2021 г.							

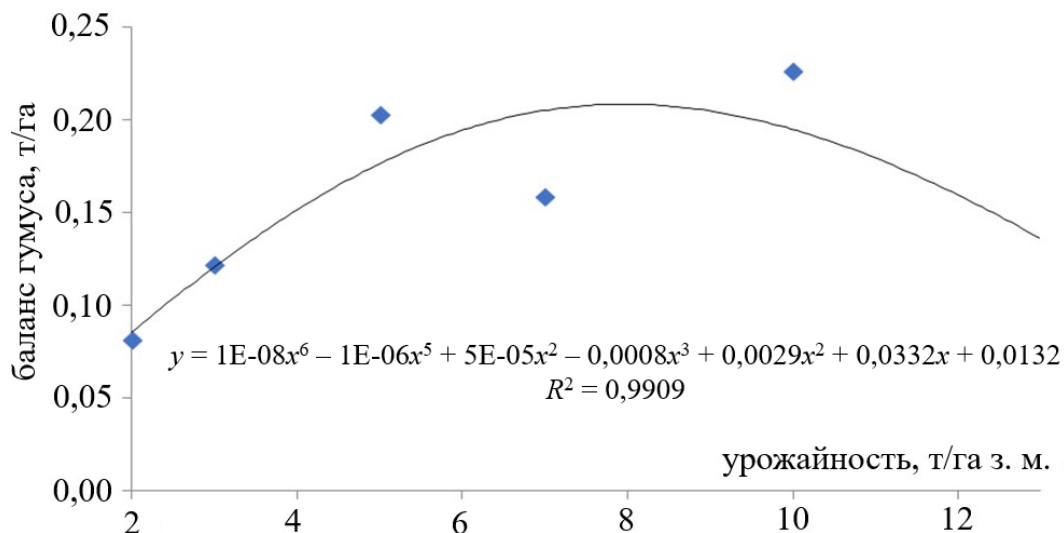


Рисунок 5 – Теоретический расчет баланса гумуса в зависимости от урожайности многолетних трав (зеленая масса)

Figure 5 – Theoretical calculation of humus balance depending on the yield of perennial grasses (green mass)

В результате создается иллюзия положительного баланса гумуса при наблюдаемом снижении содержания органического вещества и, как следствие, падении почвенного плодородия.

С 2005 по 2021 г. рН(KCl) на ключевом участке P-22 в гумусовом горизонте уменьшился на 0,4 единицы, в нижележащем горизонте на 0,1 единицы. На ключевом участке P-23 произошло более существенное закисление: для гумусового горизонта рН(KCl) уменьшился на 1,0 единицы, для нижележащих горизонтов на 0,8 и 1,2 единицы соответственно. На ключевом участке P-24, напротив, произошло уменьшение кислотности: для гумусового горизонта на 0,3 единицы, для нижележащего горизонта на 0,4 единицы. На ключевом участке P-25 в гумусовом горизонте изменения кислотности не отмечены, а в нижележащем отмечено увеличение рН(KCl) на 0,6 единицы.

Кислотность почв связана с особенностями почвообразующих пород, их гранулометрическим составом, содержанием гумуса и хозяйственной деятельностью. Почвообразующие породы участка исследований некарбонатные, что изначально предполагает достаточно низкие значения рН соле-

вой вытяжки. При этом усугубляют ситуацию процессы дегумификации и снижение качества гумуса, а также постепенно усиливающийся кислотный гидролиз минералов почвообразующей породы. Достоверные сведения о проводимых мероприятиях по снижению уровня кислотности на исследуемом участке отсутствуют. Тенденцию к постепенному закислению пойменных почв при отсутствии периодического известкования, даже при выводе из сельскохозяйственного производства, отмечают и другие исследователи [11]. Различия в темпах закисления почв участка исследований могут быть обусловлены пространственным положением ключевой площадки и особенностями гранулометрического состава почвы.

Количество подвижных соединений фосфора в профиле почв ключевых участков изменялось неоднозначно. В почве участка Р-22 в гумусовом горизонте отмечено незначительное (4,8 %) увеличение содержания подвижного фосфора, в то время как в нижележащем горизонте его количество упало с 242 до 154 мг/кг. Изменение содержания подвижного фосфора в почве участка Р-24 аналогично: в гумусовом горизонте показано увеличение содержания подвижного фосфора на 22,7 %, в нижележащем уменьшение на 42,1 %. В почве участка Р-23 по всему профилю отмечено существенное уменьшение содержания подвижного фосфора в 2021 г. на 30,1; 54,3 и 13,7 % по сравнению с 2005 г. в соответствующих горизонтах. В гумусовом горизонте почвы участка Р-25 также отмечено уменьшение содержания подвижного фосфора на 51,6 %, но в нижележащем горизонте, наоборот, его количество увеличилось на 58,6 %.

Основным источником фосфора в пойменных почвах служит аллохтонное вещество, поступающее в поймы с паводками и в результате склоновых процессов с террас [12]. Мигрируя в виде анионов, фосфор активно связывается с ионами железа, марганца, алюминия и кальция, а также глинистыми минералами, превращаясь в иммобилизованные соединения, недоступные для питания растений [13, 14]. А. В. Мартынов отмечает, что

на содержание подвижных форм фосфора в почвах пойм влияют такие факторы, как строение речной сети, тип поймы, характер растительного покрова, почвообразующие процессы [12]. Другие исследователи отмечают зависимость содержания подвижных форм от величины окислительно-восстановительного потенциала (Eh), содержания оксидов железа, органического вещества, кислотности [15–17]. При этом в кислых условиях алюминий связывает фосфор, вызывая его дефицит в растениях, а биодоступность железа, алюминия и марганца может быть очень высокой и достигать токсичных уровней при более низком pH [18]. Анаэробные процессы, развивающиеся при переувлажнении (паводки, продолжительные атмосферные осадки), могут приводить к мобилизации фосфора, который в свою очередь вымывается из почв грунтовыми и речными водами [12, 19–21].

Динамика распределения подвижного калия в профиле почв ключевых участков в 2005 и 2021 гг. в целом аналогична таковой для подвижных соединений фосфора.

Проблема снижения содержания подвижного калия в пойменных почвах при антропогенных воздействиях, в т. ч. осушительной мелиорации, отмечается многими исследователями [22–25]. Осушительная мелиорация, изменив окислительно-восстановительный режим почв, дополнительно снижает доступность калия растениям и усиливает его закрепление в почвенном поглощающем комплексе [26]. Помимо этого, появились работы, показывающие существенную зависимость потоков калия и его доступности от факторов климата, геоморфологии и гидрологии [27–30]. В первую очередь отмечают влияние осадков и температуры на процессы выветривания минералов почвообразующей породы, указывая на его возрастание в ответ на глобальное потепление и усиление гидрологического цикла. Результатом этого становится заметное снижение концентрации калия в почве [31, 32].

Отмечается, что даже при ежегодном внесении калийных удобрений в норме K_{120} (по K_{60} под укос) содержание обменного калия в почве остается

ся относительно невысоким, ввиду большой подвижности этого элемента в почве, а также вследствие значительного выноса с урожаем трав [21]. При этом на исследуемом участке система удобрений, предусмотренная проектом мелиорации, не применяется.

Также необходимо отметить, что уже в 2005 г. такие параметры, как содержание органического углерода, рН(KCl), содержание подвижных соединений фосфора и калия, были ниже исходных, установленных в 1991 г.

Выводы. Полученные в результате мониторинговых наблюдений данные отражают изменение свойств мелиорированных почв поймы при ее использовании в качестве сенокоса в условиях сведения к минимуму рекомендованных мероприятий по поддержанию их плодородия. Не применяется рекомендованная система удобрений, не производится известкование, не содержатся в надлежащем состоянии мелиоративные каналы. Эти причины, в совокупности с климатическими особенностями наблюдаемого периода, привели к изменениям свойств почв в основном деградационного характера. Тем не менее показана неоднозначность направлений изменения свойств почв, на которую, помимо вышеперечисленного, также оказывают влияние особенности гранулометрического состава и положение относительно русла реки. Исходя из этого, для принятия адекватных решений по рекультивации мелиорированных участков поймы, с целью снижения деградационных изменений и возврата в агропромышленное производство, критически важны мониторинговые исследования состояния их почвенного покрова.

Список источников

1. Управление продуктивностью естественных кормовых угодий / А. Л. Силаев, Е. В. Смольский, И. Н. Белоус, В. Ф. Шаповалов // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 1(101). С. 3–8. EDN: ZVDZRG.
2. Силаев А. Л., Чекин Г. В., Смольский Е. В. Современное состояние естественных кормовых угодий юго-запада Брянской области в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 3. С. 35–39. EDN: JRRSGY.
3. Развитие АПК Брянской области (2018–2022 гг.) / С. М. Сычев, С. А. Бельчен-

ко, В. Е. Ториков, А. В. Дронов, А. А. Осипов // Вестник Брянской ГСХА. 2022. № 5(93). С. 3–10. DOI: 10.52691/2500-2651-2022-93-5-3-10. EDN: CASBFD.

4. Классификация и диагностика почв России: монография / авт. и сост.: Л. Л. Шишов, В. Д. Тонконогов, И. И. Лебедева, М. И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с. EDN: PTEEQE.

5. Зубарев В. А. Исследование содержания тяжелых металлов пойменных почв районов проведения сельскохозяйственной осушительной мелиорации (на примере Еврейской автономной области) // Региональные проблемы. 2012. Т. 15, № 1. С. 63–68. EDN: TQTIRP.

6. Zubarev V. A., Mazhaysky Y. A., Guseva T. M. The impact of drainage reclamation on the components of agricultural landscapes of small rivers // Agronomy Research. 2020. Vol. 18, № 4. P. 2677–2686. DOI: 10.15159/AR.20.218. EDN: UEFGQB.

7. Росликова В. И. Почвы Среднеамурской низменности и их особенности агрогенных трансформаций // Вестник Тихоокеанского государственного университета. 2009. № 2(13). С. 95–102. EDN: KVZFKX.

8. Лыскова И. В., Суховеева О. Э., Лыскова Т. В. Влияние локального изменения климата на продуктивность яровых зерновых культур в условиях Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021. Т. 22, № 2. С. 244–253. DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.2.244-253. EDN: UZZUSA.

9. Drought effects on soil carbon and nitrogen dynamics in global natural ecosystems / L. Deng, X. Hai, Z. Shanguan, J. Li, Y. Liu, C. Peng, Q. Liu, D. G. Kim, C. Huang, Y. Kuzyakov // Earth-Science Reviews. 2021. Vol. 214. 103501. DOI: 10.1016/j.earscirev.2020.103501. EDN: CPEQKM.

10. Changes in soil physical and chemical properties after short drought stress in semi-humid forests / Q. Zhang, M. Shao, X. Wei, X. Jia // Geoderma. 2019. Vol. 338. P. 170–177. DOI: 10.1016/j.geoderma.2018.11.051. EDN: WXNEEL.

11. Зайдельман Ф. Р., Беличенко М. В., Бибин А. С. Деградация и восстановление почв поймы р. Москва за последние 50 лет // Почвоведение. 2013. № 11. С. 1377. DOI: 10.7868/S0032180X13110105. EDN: REKBWP.

12. Мартынов А. В. Подвижные формы фосфора в пойменных катенах реки Амур // Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева. 2021. № 107. С. 61–91. DOI: 10.19047/0136-1694-2021-107-61-91. EDN: TEIHEY.

13. Redox-induced mobilization of phosphorus in groundwater affected arable soil profiles / S. M. Shaheen, J. Wang, K. Baumann, S. L. Wang, P. Leinweber, J. Rinklebe // Chemosphere. 2021. Vol. 275. 129928. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.129928>.

14. Влияние условий увлажнения и рельефа центральной поймы р. Кудьма на динамику ОВП, содержание аморфного железа и подвижного фосфора в аллювиальной болотной осушенной почве / Н. В. Полякова, Н. А. Кулагина, А. А. Полякова, М. А. Куприянов // АгроЭкоИнфо [Электронный ресурс]. 2023. № 5(59). URL: https://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/5/st_514.pdf (дата обращения: 15.04.2024). DOI: 10.51419/202135514. EDN: LLVYGP.

15. Performance of rice fallow zero till maize (*Zea mays* L.) to levels of phosphorus and its time of application / Ch. Ramesh, M. Venkata Ramana, G. Jaya Sree, M. Srinivasa Raju, A. Siva Sankar // The Pharma Innovation. 2021. Vol. 10, № 12. P. 1875–1880.

16. Anoxic conditions maintained high phosphorus sorption in humid tropical forest soils / Y. Lin, A. Gross, C. S. O'Connell, W. L. Silver // Biogeosciences. 2020. Vol. 17. P. 89–101. <https://doi.org/10.5194/bg-17-89-2020>.

17. Артемьева З. С. Роль органических и органо-минеральных составляющих в формировании фосфатного режима пахотных горизонтов эрозионно-деградированных агродерново-подзолистых почв // Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева. 2015. № 78. С. 70–78. EDN: TRZJYP.

18. Onwuka M. I., Ozurumba U. V., Nkwocha O. S. Changes in soil pH and exchangeable acidity of selected parent materials as influenced by amendments in South East of Nigeria // *Journal of Geoscience and Environment Protection*. 2016. Vol. 4. P. 80–88. DOI: 10.4236/gep.2016.45008.

19. Rakotoson T., Rabeharisoa T., Smolders E. Effects of soil flooding and organic matter addition on plant accessible phosphorus in a tropical paddy soil: an isotope dilution study // *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 2016. Vol. 179, iss. 6. P. 765–774. <https://doi.org/10.1002/jpln.201500383>.

20. Lima D. J. N., Araújo F. O., Menezes R. F. Phosphorus fractions and their availability in the sediments of eight tropical semiarid reservoirs // *Journal of Soils and Sediments*. 2022. Vol. 22, № 3. P. 982–993. DOI: 10.1007/s11368-021-03128-1. EDN: YLCCNC.

21. Веренич А. Ф., Романовский Ч. А., Позняк С. С. Изменение агрохимического состава пойменных почв под влиянием регулируемого затопления // *Вестник АПК Верхневолжья*. 2011. № 1(13). С. 29–32. EDN: OIVYUR.

22. Brennan R. F., Bell M. J. Soil potassium-crop response calibration relationships and criteria for field crops grown in Australia // *Crop and Pasture Science*. 2013. Vol. 64, № 5. P. 514–522. DOI: 10.1071/CP13006.

23. Römheld V., Kirkby E. A. Research on potassium in agriculture: Needs and prospects // *Plant and Soil*. 2010. Vol. 335, № 1-2. P. 155–180. DOI: 10.1007/s11104-010-0520-1. EDN: MYCSWV.

24. Мартынов А. В. Влияние ландшафтообразующих факторов на содержание обменной формы калия в почвах поймы р. Амур // *Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки*. 2023. Т. 165, № 3. С. 447–466. DOI: 10.26907/2542-064X.2023.3.447-466. EDN: WEFWHG.

25. Zörb C., Senbayram M., Peiter E. Potassium in agriculture – Status and perspectives // *Journal of Plant Physiology*. 2014. Vol. 171, № 9. P. 656–669. DOI: 10.1016/j.jplph.2013.08.008. EDN: YEPLWN.

26. Жарикова Е. А. Калий в пойменных почвах Приамурья // *Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова*. 2010. № 2(19). С. 46–51. EDN: MTEJKZ.

27. Effects of topography, climate, mineralogy and physicochemical properties on potassium forms in various soils of Fars province, southern Iran / S. M. Enjavinezhad, M. Baghernejad, S. A. Abtahi, R. Ghasemi-Fasaei, M. Zarei // *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*. 2024. Vol. 133. 103539. DOI: 10.1016/j.pce.2023.103539. EDN: UXIIIV.

28. Impact of an intense rainfall event on soil properties following a wildfire in a Mediterranean environment (North-East Spain) / M. Francos, P. Pereira, M. Alcañiz, J. Mataix-Solera, X. Ubeda // *Science of the Total Environment*. 2016. Vol. 572. P. 1353–1362. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.145>.

29. The interacting roles and relative importance of climate, topography, soil properties and mineralogical composition on soil potassium variations at a national scale in China / T. Li, J. Liang, X. Chen, H. Wang, S. Zhang, Y. Pu, X. Xu, H. Li, J. Xu, X. Wu, X. Liu // *Catena*. 2021. Vol. 196. 104875. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.104875>.

30. Climate control of topsoil potassium, calcium, and magnesium concentrations in urban forests across eastern China / X. Wu, E. Du, Y. Guo, N. Xia, Y. Tang, Y. Wang, H. Guo // *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*. 2021. Vol. 126, № 9. e2020JG006230. <https://doi.org/10.1029/2020JG006230>.

31. Hydrologic and landscape controls on rock weathering along a glacial gradient in South Central Alaska, USA / S. Muñoz, J. Jenckes, E. Ramos, L. Munk, D. Ibarra // *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*. 2024. Vol. 129, № 3. e2023JF007255. <https://doi.org/10.1029/2023JF007255>.

32. Decoding potential effects of climate and vegetation change on mineral weathering in alpine soils: An experimental study in the Wind River Range (Wyoming, USA) / C. Mavris, G. Furrer, D. Dahms, S. P. Anderson, A. Blum, J. Goetze, A. Wells, M. Egli // *Geoderma*. 2015. Vol. 255–256. P. 12–26. DOI: 10.1016/j.geoderma.2015.04.014. EDN: YDDYEH.

References

1. Silaev A.L., Smolsky E.V., Belous I.N., Shapovalov V.F., 2024. *Upravlenie produktivnost'yu yestestvennykh kormovykh ugodiy* [Productivity management of natural forage lands]. *Vestnik Bryanskoy GSKHA* [Bulletin of Bryansk State Agricultural Academy], no. 1(101), pp. 3-8, EDN: ZVDZRG. (In Russian).

2. Silaev A.L., Chekin G.V., Smolsky E.V., 2020. *Sovremennoe sostoyanie yestestvennykh kormovykh ugodiy yugo-zapada Bryanskoy oblasti v otdalennyi period posle avarii na Chernobyl'skoy AES* [The current state of natural forage land in the south-west of the Bryansk region in the distant period after the Chernobyl accident]. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of Kursk State Agricultural Academy], no. 3, pp. 35-39, EDN: JRRSGY. (In Russian).

3. Sychev S.M., Belchenko S.A., Torikov V.E., Dronov A.V., Osipov A.A., 2022. *Razvitie APK Bryanskoy oblasti (2018–2022 gg.)* [Development of the agro-industrial complex of the Bryansk region (2018–2022)]. *Vestnik Bryanskoy GSKHA* [Bulletin of Bryansk State Agricultural Academy], no. 5(93), pp. 3-10, DOI: 10.52691/2500-2651-2022-93-5-3-10, EDN: CASBFD. (In Russian).

4. Shishov L.L., Tonkonogov V.D., Lebedeva I.I., Gerasimova M.I., 2004. *Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii: monografiya* [Classification and Diagnostics of Soils in Russia: monograph]. Smolensk, Oycumena Publ., 342 p., EDN: PTEEQE. (In Russian).

5. Zubarev V.A., 2012. *Issledovanie sodержaniya tyazhelykh metallov poymennyykh pochv rayonov provedeniya sel'skokhozyaystvennoy osushitel'noy melioratsii (na primere Yevreyskoy avtonomnoy oblasti)* [Investigation of heavy metals content of soils at floodplain areas in agricultural drainage reclamation (by example of the Jewish autonomous region)]. *Regional'nye problemy* [Regional Problems], vol. 15, no. 1, pp. 63-68, EDN: TQTIRP. (In Russian).

6. Zubarev V.A., Mazhaysky Y.A., Guseva T.M., 2020. The impact of drainage reclamation on the components of agricultural landscapes of small rivers. *Agronomy Research*, vol. 18, no. 4, pp. 2677-2686, DOI: 10.15159/AR.20.218, EDN: UEFGQB.

7. Roslikova V.I., 2009. *Pochvy Sredneamurskoy nizmennosti i ikh osobennosti agrogennykh transformatsiy* [Soils of the Middle Amur Lowland and features of their agrogenic transformations]. *Vestnik Tikhookeanskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Pacific State University], no. 2(13), pp. 95-102, EDN: KVZFKX. (In Russian).

8. Lyskova I.V., Suhoveeva O.E., Lyskova T.V., 2021. *Vliyanie lokal'nogo izmeneniya klimata na produktivnost' yarovykh zernovykh kul'tur v usloviyakh Kirovskoy oblasti* [The influence of local climate change on the productivity of spring grain crops in the Kirov region]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agricultural Science of the Euro-North-East], vol. 22, no. 2, pp. 244-253, DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.2.244-253, EDN: UZZUSA. (In Russian).

9. Deng L., Hai X., Shangguan Z., Li J., Liu Y., Peng C., Liu Q., Kim D.G., Huang C., Kuzyakov Y., 2021. Drought effects on soil carbon and nitrogen dynamics in global natural ecosystems. *Earth-Science Reviews*, vol. 214, 103501, DOI: 10.1016/j.earscirev.2020.103501, EDN: CPEQKM.

10. Zhang Q., Shao M., Wei X., Jia X., 2019. Changes in soil physical and chemical properties after short drought stress in semi-humid forests. *Geoderma*, vol. 338, pp. 170-177, DOI: 10.1016/j.geoderma.2018.11.051, EDN: WXNEEL.

11. Zaidelman F.R., Belichenko M.V., Bibin A.S., 2013. *Degradatsiya i vosstanovlenie pochv poymy r. Moskva za poslednie 50 let* [Degradation and restoration of soils in the Moskva river floodplain for the last 50 years]. *Pochvovedenie* [Eurasian Soil Science], no. 11, p. 1377, DOI: 10.7868/S0032180X13110105, EDN: REKBWP. (In Russian).
12. Martynov A.V., 2021. *Podvizhnye formy fosfora v poymennykh katenakh reki Amur* [Available for plants phosphorus in the floodplain catenas of the Amur River]. *Byulleten' Pochvennogo instituta im. V. V. Dokuchaeva* [Dokuchaev Soil Bulletin], no. 107, pp. 61-91, DOI: 10.19047/0136-1694-2021-107-61-91, EDN: TEIHEY. (In Russian).
13. Shaheen S.M., Wang J., Baumann K., Wang S.L., Leinweber P., Rinklebe J., 2021. Redox-induced mobilization of phosphorus in groundwater affected arable soil profiles. *Chemosphere*, vol. 275, 129928, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.129928>.
14. Polyakova N.V., Kulagina N.A., Polyakova A.A., Kupriyanov M.A., 2023. *Vliyanie usloviy uvlazhneniya i rel'yefa tsentral'noy poymy r. Kud'ma na dinamiku OVP, sodержanie amorfnogo zheleza i podvizhnogo fosfora v allyuvial'noy bolotnoy osushennoy pochve* [Influence of humidification conditions and relief of the central floodplain of the Kudma river on the dynamics of ORP, the content of amorphous iron and mobile phosphorus in alluvial swamp drained soil]. *AgroEkoInfo*, no. 5(59), available: https://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/5/st_514.pdf [accessed 15.04.2024], DOI: 10.51419/202135514, EDN: LLVYGP. (In Russian).
15. Ramesh Ch., Venkata Ramana M., Jaya Sree G., Srinivasa Raju M., Siva Sankar A., 2021. Performance of rice fallow zero till maize (*Zea mays* L.) to levels of phosphorus and its time of application. *The Pharma Innovation*, vol. 10, no. 12, pp. 1875-1880.
16. Lin Y., Gross A., O'Connell C.S., Silver W.L., 2020. Anoxic conditions maintained high phosphorus sorption in humid tropical forest soils. *Biogeosciences*, vol. 17, pp. 89-101, <https://doi.org/10.5194/bg-17-89-2020>.
17. Artemyeva Z.S., 2015. *Rol' organicheskikh i organo-mineral'nykh sostavlyayushchikh v formirovanii fosfatnogo rezhima pakhotnykh gorizontov erozionno-degradirovannykh agrodernovo-podzolistykh pochv* [The role of organic and organomineral components in the formation of the phosphate regime in plough horizons of erosion-degraded agro soddy-podzolic soils]. *Byulleten' Pochvennogo instituta im. V. V. Dokuchaeva* [Dokuchaev Soil Bulletin], no. 78, pp. 70-78, EDN: TRZJYP. (In Russian).
18. Onwuka M.I., Ozurumba U.V., Nkwocha O.S., 2016. Changes in soil pH and exchangeable acidity of selected parent materials as influenced by amendments in South East of Nigeria. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, vol. 4, pp. 80-88, DOI: 10.4236/gep.2016.45008.
19. Rakotoson T., Rabeharisoa T., Smolders E., 2016. Effects of soil flooding and organic matter addition on plant accessible phosphorus in a tropical paddy soil: an isotope dilution study. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, vol. 179, iss. 6, pp. 765-774, <https://doi.org/10.1002/jpln.201500383>.
20. Lima D.J.N., Araújo F.O., Menezes R.F., 2022. Phosphorus fractions and their availability in the sediments of eight tropical semiarid reservoirs. *Journal of Soils and Sediments*, vol. 22, no. 3, pp. 982-993, DOI: 10.1007/s11368-021-03128-1, EDN: YLCCNC.
21. Verenich A.F., Romanovsky Ch.A., Poznyak S.S., 2011. *Izmenenie agrokhimicheskogo sostava poymennykh pochv pod vliyaniem reguliruemogo zatopleniya* [Change of an agrochemical compound of floodplain soils under the influence of controlled flooding]. *Vestnik APK Verkhnevolzh'ya* [Bulletin of the Upper Volga Agro-Industrial Complex], no. 1(13), pp. 29-32, EDN: OIVYUR. (In Russian).
22. Brennan R.F., Bell M.J., 2013. Soil potassium-crop response calibration relationships and criteria for field crops grown in Australia. *Crop and Pasture Science*, vol. 64, no. 5, pp. 514-522, DOI: 10.1071/CP13006.
23. Römheld V., Kirkby E.A., 2010. Research on potassium in agriculture: Needs and

prospects. *Plant and Soil*, vol. 335, no. 1-2, pp. 155-180, DOI: 10.1007/s11104-010-0520-1, EDN: MYCSWV.

24. Martynov A.V., 2023. *Vliyanie landshaftoobrazuyushchikh faktorov na sodержanie obmennoy formy kaliya v pochvakh poymy r. Amur* [Effects of landscape variables on exchangeable potassium content in the floodplain soils of the Amur River]. *Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki* [Scientific Notes of Kazan University. Series: Natural Sciences], vol. 165, no. 3, pp. 447-466, DOI: 10.26907/2542-064X.2023.3.447-466, EDN: WEFWHG. (In Russian).

25. Zörb C., Senbayram M., Peiter E., 2014. Potassium in agriculture – Status and prospects. *Journal of Plant Physiology*, vol. 171, no. 9, pp. 656-669, DOI: 10.1016/j.jplph.2013.08.008, EDN: YEPLWN.

26. Zharikova E.A., 2010. *Kaliy v poymennykh pochvakh Priamur'ya* [Potassium in floodplain soils of the Amur region]. *Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii im. V. R. Filippova* [Bulletin of Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippov], no. 2(19), pp. 46-51, EDN: MTEJKZ. (In Russian).

27. Enjavinezhad S.M., Baghernejad M., Abtahi S.A., Ghasemi-Fasaei R., Zarei M., 2024. Effects of topography, climate, mineralogy and physicochemical properties on potassium forms in various soils of Fars province, southern Iran. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, vol. 133, 103539, DOI: 10.1016/j.pce.2023.103539, EDN: UXIIIV.

28. Francos M., Pereira P., Alcañiz M., Mataix-Solera J., Ubeda X., 2016. Impact of an intense rainfall event on soil properties following a wildfire in a Mediterranean environment (North-East Spain). *Science of the Total Environment*, vol. 572, pp. 1353-1362, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.145>.

29. Li T., Liang J., Chen X., Wang H., Zhang S., Pu Y., Xu X., Li H., Xu J., Wu X., Liu X., 2021. The interacting roles and relative importance of climate, topography, soil properties and mineralogical composition on soil potassium variations at a national scale in China. *Catena*, vol. 196, 104875, <https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.104875>.

30. Wu X., Du E., Guo Y., Xia N., Tang Y., Wang Y., Guo H., 2021. Climate control of topsoil potassium, calcium, and magnesium concentrations in urban forests across eastern China. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, vol. 126, no. 9, e2020JG006230, <https://doi.org/10.1029/2020JG006230>.

31. Muñoz S., Jenckes J., Ramos E., Munk L., Ibarra D., 2024. Hydrologic and landscape controls on rock weathering along a glacial gradient in South Central Alaska, USA. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, vol. 129, no. 3, e2023JF007255, <https://doi.org/10.1029/2023JF007255>.

32. Mavris C., Furrer G., Dahms D., Anderson S.P., Blum A., Goetze J., Wells A., Egli M., 2015. Decoding potential effects of climate and vegetation change on mineral weathering in alpine soils: An experimental study in the Wind River Range (Wyoming, USA). *Geoderma*, vol. 255-256, pp. 12-26, DOI: 10.1016/j.geoderma.2015.04.014, EDN: YDDYEH.

Информация об авторе

Г. В. Чекин – доцент, кандидат сельскохозяйственных наук, Брянский государственный аграрный университет, Кокино, Российская Федерация, gb-swamp@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-9252-2193.

Information about the author

G. V. Chekin – Associate Professor, Candidate of Agricultural Sciences, Bryansk State Agrarian University, Kokino, Russian Federation, gb-swamp@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-9252-2193.

*Автор несет ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.
The author is responsible for violation of scientific publication ethics.*

*Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.
The author declares no conflicts of interests.*

*Статья поступила в редакцию 13.03.2024; одобрена после рецензирования 21.05.2024;
принята к публикации 17.06.2024.
The article was submitted 13.03.2024; approved after reviewing 21.05.2024; accepted for
publication 17.06.2024.*