

Научная статья

УДК 631.6

DOI:10.36508/journal.2023.27.50.004

## ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ВНЕСЕНИЯ МЕЛИОРАНТА НА ОСНОВЕ ПОЛОВА НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ ПРИ ПОДПОЧВЕННОМ УВЛАЖНЕНИИ

**Евсенкин Константин Николаевич**

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и  
мелиорации имени А.Н. Костякова», Мецкерский филиал, г. Рязань, Россия*

*kn.evsenkin@yandex.ru*

### **Аннотация.**

**Проблема и цель.** *Повышение плодородия мелиорированных болотных почв – одна из задач земледелия. Этому способствуют мелиоранты, трансформирующие органическое вещество и элементы питания в доступные формы для растений. Помимо агрогенного последействия мелиоранта, наблюдается реабилитация длительно используемых в сельскохозяйственном производстве осушаемых почв, претерпевших значительные негативные преобразования.*

**Методология.** *Предложен новый мелиорант, в состав которого включены полова, навоз, торф низинный с добавлением макро- и микроудобрений, и извести. Полевой опыт, проводимый с целью изучения последействия внесения мелиоранта на плодородие почвы и урожайность многолетних трав при подпочвенном увлажнении, включал в трехкратной повторности систематическое размещение вариантов с разными дозами в одном ярусе. Методы исследований традиционные. Анализы выполнены в аналитической лаборатории ВНИИГиМ.*

**Результаты.** *Мелиорант вносится в почву 1 раз в три года. Теоретически урожай сухой массы трав может составить свыше 38 т/га при внесении мелиоранта дозой 60 т/га с учетом фона. Улучшилось азотное питание растений, снизилась кислотность почвы, содержание органического вещества выросло на 0,82...3,20% соответственно внесению дозы. Содержание Nнитрат. и Наммиач. увеличилось, подвижных форм фосфора выросло 3,0...5,0 мг/100 г и калия – на 0,3...0,6 мг/100 г соответственно вариантам. Урожайность сухой массы трав возросла вдвое. Оптимальный вариант - фон+80 т/га, что не сопоставляется с полученными расчетными данными из-за введения в модель экономической составляющей.*

**Заключение.** *Использование мелиоранта привело к повышению содержания необходимых растениям питательных элементов в деградированной почве.*

Урожайность сухой массы трав на 10 и 15 т/га в первом и втором укосах по сравнению с контролем и на 8,5 и 11 т/га по сравнению с фоном при поддержании в опыте грунтовых вод на уровне 70-80 см от дневной поверхности посредством шлюзования.

**Ключевые слова:** мелиорированная почва, органоминеральный удобрительный мелиорант, торфяники, травы, урожайность, плодородие.

*Original article*

## **CONSEQUENCES OF APPLICATION OF Ameliorant BASED ON SEXUALITY ON SOIL FERTILITY AND YIELD OF PERENNIAL GRASSES WITH SUBSOIL MOISTURIZATION**

**Evsenkin Konstantin N.**

*Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov", Meshchersky branch, Ryazan, Russia*

*kn.evsenkin@yandex.ru*

### **Annotation.**

**Problem and purpose.** *Increasing the fertility of reclaimed swamp soils is one of the tasks of agriculture. This is facilitated by ameliorants that transform organic matter and nutrients into accessible forms for plants. In addition to the agrogenic aftereffect of the ameliorant, there is a rehabilitation of drained soils long used in agricultural production that have undergone significant negative transformations.*

**Methodology.** *A new ameliorant has been proposed, which includes chaff, manure, lowland peat with the addition of macro- and microfertilizers, and lime. The field experiment, carried out to study the aftereffect of applying ameliorant on soil fertility and the yield of perennial grasses with subsoil moisture, included the systematic placement of options with different doses in one tier in triplicate. Research methods are traditional. Analyzes were performed in the analytical laboratory of VNIIGiM.*

**Results.** *The ameliorant is applied to the soil once every three years. Theoretically, the yield of dry mass of herbs can be over 38 t/ha when applying ameliorant at a dose of 60 t/ha, taking into account the background. The nitrogen nutrition of plants improved, the acidity of the soil decreased, the content of organic matter increased by 0.82...3.20% according to the dose. Nitrate content, and Ammonia, increased, mobile forms of phosphorus increased by 3.0...5.0 mg/100 g and potassium - by 0.3...0.6 mg/100 g, respectively. The yield of dry grass mass has doubled. The optimal option is background + 80 t/ha, which is not compared with the obtained calculated data due to the introduction of an economic component into the model.*

**Conclusion.** *The use of ameliorant led to an increase in the content of nutrients necessary for plants in degraded soil. The yield of dry mass of grasses was 10 and 15*

*t/ha in the first and second cuttings compared to the control and 8.5 and 11 t/ha compared to the background when groundwater was maintained in the experiment at a level of 70-80 cm from the day surface by sluicing.*

**Key words:** *reclaimed soil, organomineral fertilizer ameliorant, peat bogs, grasses, productivity, fertility.*

### **Введение**

Для восстановления плодородия деградированных мелиорированных земель, повышения их экологической устойчивости целесообразно, по мнению ряда исследователей [2, 3, 8], внесение многокомпонентных мелиорантов. Мелиоранты относятся к факторам, представляющим совокупность самых разнообразных воздействий на потенциальную отдачу сельскохозяйственных угодий в виде урожая. Помимо агрогенного последствия мелиоранта, наблюдается еще и реабилитация длительно используемых в сельскохозяйственном производстве осушаемых почв, претерпевших значительные негативные преобразования [4, 5, 6, 7]. Опытный участок расположен на территории, входящей в Мещерскую низменность, и представлен торфяно-болотными почвами, которые пригодны для выращивания сельскохозяйственных культур только после мелиоративных изменений, в частности снижения уровня грунтовых вод за счет удаления их посредством осушительных мер. Одним из неблагоприятных последствий таких изменений является сработка органического вещества (торфа), следовательно, требуется проведение регулярного контроля их состояния. Исходя из вышеизложенного и учитывая развитые деградационные процессы, влекущие за собой снижение плодородия и, как следствие, недобора урожая сельскохозяйственных культур, тема повышения плодородия является актуальной и своевременной. Итак, повышение плодородия мелиорируемых почв есть главная задача современного сельского хозяйства.

Улучшить агрохимические свойства и мелиоративные режимы возможно при обогащении почвы новыми мелиорантами при регулировании водного режима [8, 9, 10]. Исходя из вышеизложенного тема исследований является актуальной.

### **Материалы и методы исследований**

В 2022 году был заложен полевой опыт. Цель проведения исследований – оценка последствия мелиоранта на основе половы на плодородие почвы и урожайность многолетних трав (сено) при подпочвенном увлажнении. Участок проведения исследований находится на территории осушительной системы вблизи п. Полково Рязанского района Рязанской области. Эти земли в прошлом находились в сельскохозяйственном севообороте, но в настоящее время не используются. Уровень грунтовых вод (УГВ) в среднем за вегетацию сейчас составляет 60-150 см от дневной поверхности благодаря работе шлюзов-регуляторов (рисунок 1). Плодородие невысокое, рН ниже 5,0, в последние два десятилетия проявлены признаки деградации почвы.



Рис. 1 – Шлюз-регулятор на осушительной системе

Fig. 1 – Gateway regulator on the drainage system

Автором был составлен новый мелиорант, компоненты которого отображены на рисунке 2.

Исследуемой культурой являлись многолетние травы на сено (рисунок 3). Опыт заложен по методике Б.А. Доспехова, с вариантами в трехкратной повторности с внесением минеральных удобрений (фон) + удобрительный мелиорант от 40 до 80 т/га с пошаговым увеличением 20 т/га.

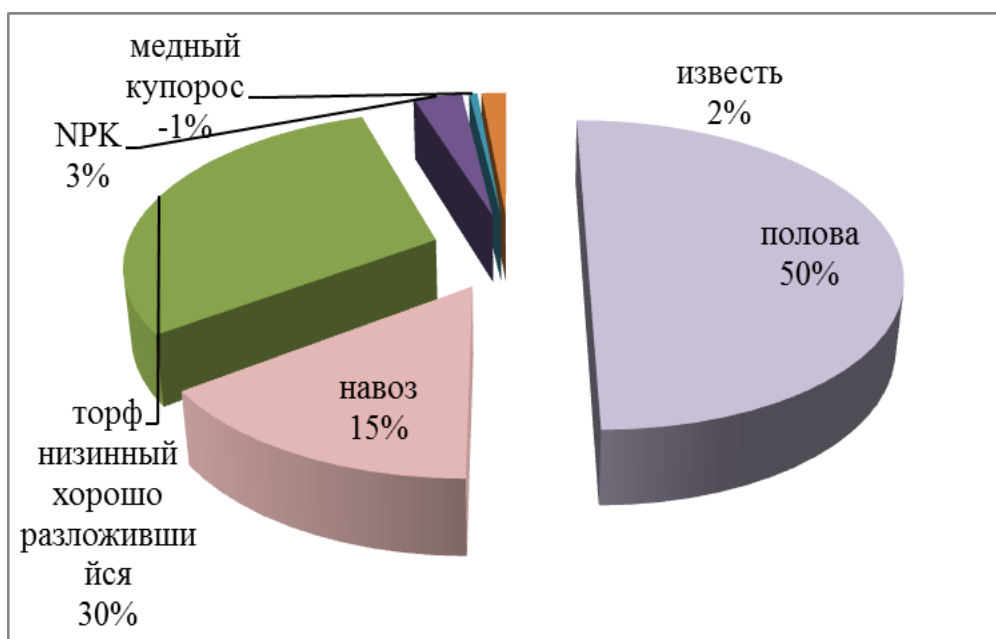


Рис. 2 – Состав удобрительного мелиоранта, %

Fig. 2 – Composition of fertilizing ameliorant, %

Анализы выполнены по традиционным методикам в аналитической лаборатории ВНИИГиМ.



Рис. 3 – Укос трав в опыте

Fig. 3 – Cutting grass in the experiment

Опытные делянки размещены на площади 25 м<sup>2</sup> вблизи магистрального осушительного канала со шлюзом-регулятором, с помощью которого в течение вегетационного периода регулировалась влажность почвы с поддержанием оптимальных для трав значений.

## Результаты исследований и их обсуждение

Составляющие удобрительного мелиоранта перечислены выше. Учитывая химический состав и его последствие, мелиорант вносится в почву 1 раз в три года. Данное предложение имеет обоснование в виде теоретических расчетов и проведенного моделирования оптимальной дозы внесения мелиоранта в почву и процесса аккумуляции основных элементов питания в ней. Опираясь на работу А.М. Валге и А.И. Сухопарова [1], отмечающих невозможность эффективного земледелия без обоснованного использования удобрений, нами были выбраны факторы, оказывающие максимальное влияние на многолетнюю травосмесь, в частности, дозы удобрительного мелиоранта, регулирования водного режима посредством шлюзования и числа укосов за вегетацию. В результате получена достоверная математическая модель:

$$Y=88,6+13x_1+0,55x_2-3,9x_4-0,8x_5-5,92x_1^2-0,11x_2^2-1,06x_3^2-6,2x_4^2-1,22x_5^2+0,44x_1x_2+1,16x_1x_3-1,08x_1x_4-0,53x_1x_5-0,19x_2x_3-0,22x_2x_4-0,77x_1x_5-0,06x_3x_4-0,68x_3x_5-0,34x_4x_5/10 \quad (1)$$

Данное уравнение отображает большое число степеней свободы, которые имеет урожайность. Построенные графики поверхности откликов всех сочетаний факторов модели показали, что за пределами экспериментальных данных лежат  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_4$ , а урожай сухой массы трав составил теоретически 38,08 т/га. Затем данные были введены в ситуационную задачу

$$y=f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \rightarrow \max \quad (2)$$

Функция ( $f$ ) отображает зависимость урожайности трав от перечисленных факторов. Результаты моделирования выявили оптимальную дозу вносимого 1 раз в три года удобрительного мелиоранта на основе половины 60 т/га с учетом фона.

Результаты проведенного в 2022 году полевого опыта показали повышение содержания исследуемых элементов в почве отображено в таблице 1. рН на контроле без изменений, на вариантах опыте соответственно чуть повысилась (5,4 ед.). Содержание органического вещества в почве выросло на 0,82...3,20% соответственно внесению дозы УМ 40; 60; 80 т/га. Выявлена корреляция содержания общего азота и органического вещества при  $r=0,81$  (таблица 1).

Таблица 1 - Агрохимических показателей почвы в слое 0-20 см

Вариант	Органическое вещество, %	рН	Азот общий, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> мг/100г	K <sub>2</sub> O мг/100г
Контроль	9,04	5,0	1,8	23,3	7,1
Фон (N <sub>30</sub> P <sub>45</sub> K <sub>60</sub> )	8,91	5,0	1,5	24,5	7,2
Фон+40 т/га	9,86	5,1	1,9	26,7	7,3
Фон+60 т/га	11,53	5,2	2,3	27,5	7,6
Фон+80 т/га	12,37	5,4	2,6	28,8	7,7

Содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> выросло на 3,0...5,0 мг/100 г соответственно вариантам и K<sub>2</sub>O – на 0,3...0,6 мг/100 г соответственно вариантам.

Концентрация Ннитрат. и Наммиач. повысилась из-за трансформации разных форм азота (при действии микроорганизмов), что показано на рисунке 4.

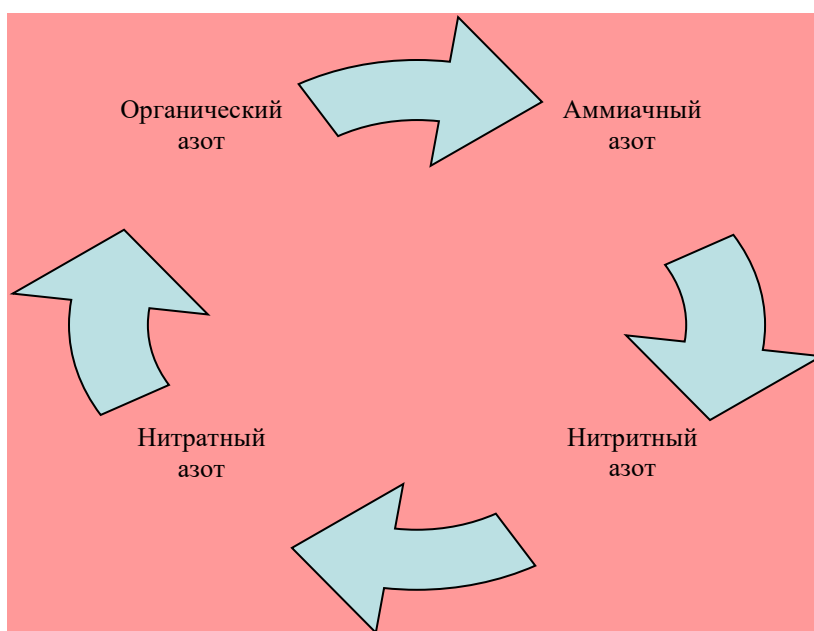


Рис. 4 – Трансформация азота в почве  
Fig. 4 – Transformation of nitrogen in the soil

Динамика Ннитрат. и Наммиач. Отображена в таблице 2.

Таблица 2 - Динамика аммиачного и нитратного азота по вариантам опыта в слое 0 -20 см, мг/100 г почвы

Вариант	май		июнь		июль	
	NH <sub>4</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Контроль	1,2	4,9	0,1	0,5	0,33	3,1
Фон(N <sub>30</sub> P <sub>45</sub> K <sub>60</sub> )	1,1	4,9	2,2	1,9	0,39	3,0
Фон+40 т/га	1,8	5,6	10,3	4,0	0,37	3,7
Фон+60 т/га	2,9	6,0	15,8	9,3	0,41	7,0
Фон+80 т/га	3,1	8,0	19,3	9,6	0,43	8,3

Итак, анализируя представленные в таблице 2 данные, установлено максимальное содержание аммиачного и нитратного азота в июне.

На наш взгляд, это связано с благоприятными условиями, сложившимися в этом месяце для образования этих форм азота (оптимальная влажность, температура). Так, статистический анализ позволил получить положительную корреляцию между накоплением в почве нитратного азота и внесением мелиоранта (рисунок 5).

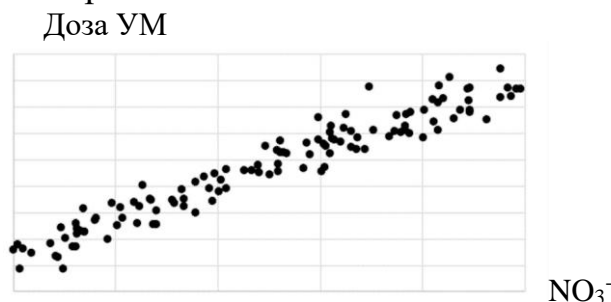


Рис. 5 – Диаграмма рассеивания между нитратным азотом и дозой вносимого удобрительного мелиоранта (УМ)  
Fig. 5 – Dispersion diagram between nitrate

Урожайность многолетних трав, представленных ежой сборной, овсяницей луговой и тимофеевкой луговой, выросла, что отображено на рисунках 6 и 7.

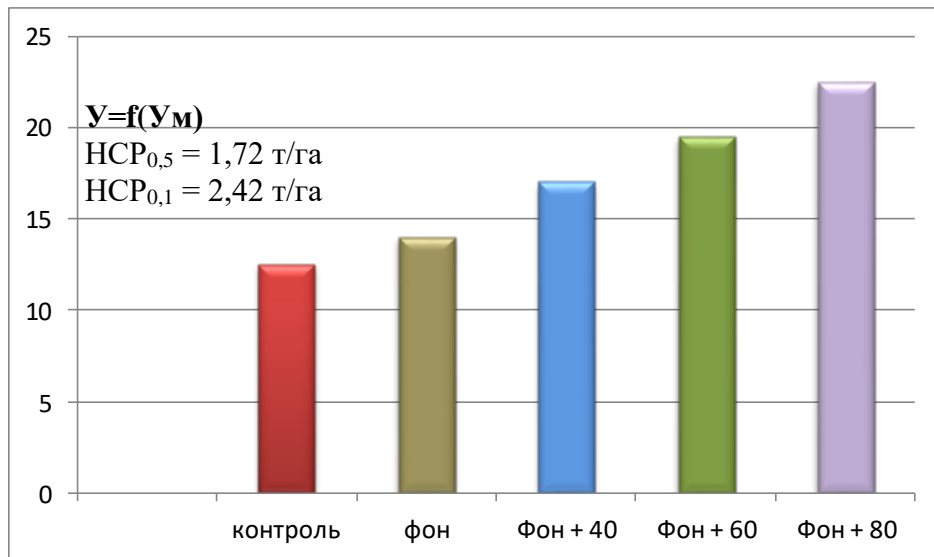


Рис. 6 – Средняя урожайность первого укоса многолетних трав, т/га

Fig. 6 – Average yield of the first cutting of perennial grasses, t/ha

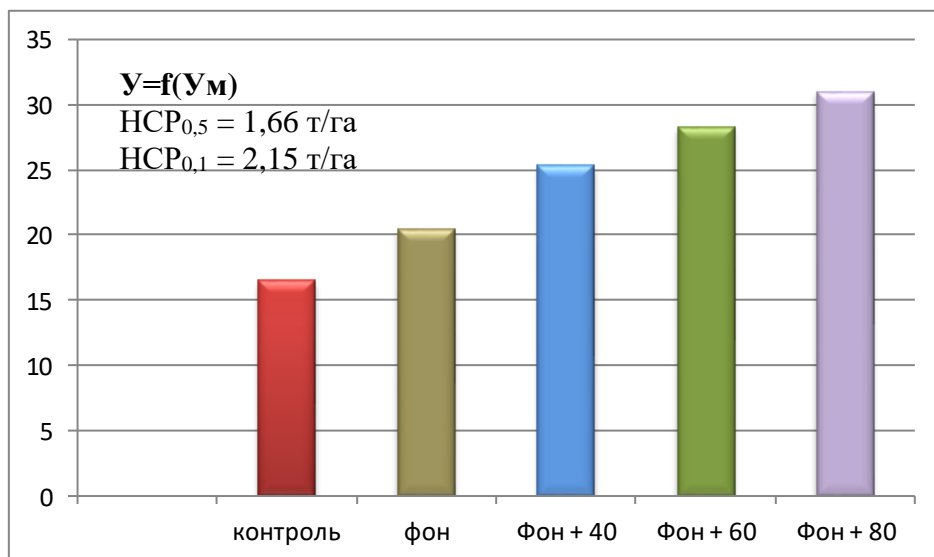


Рис. 7 - Средняя урожайность второго укоса многолетних трав, т/га

Fig. 7 - Average yield of the second cutting of perennial grasses, t/ha

Сравнивая среднюю урожайность сухой массы трав, достоверно прослежен рост урожайности при повышении дозы вносимого удобрительного мелиоранта на основе половы. Так, в первом укосе прибавка к контролю составила соответственно вариантам опыта от 1,5 до 10 т/га, а к фону – от 3 до 8,5 т/га; во втором – соответственно от 4 до 15 т/га к контролю и от 5 до 11 т/га к фону. Таким образом, практически было установлено, что лучшей дозой с агрономической точки зрения является фон+80 т/га, что не сопоставляется с полученными расчетными данными. Данное несоответствие объясняется тем, что в модель была введена экономическая составляющая – рентабельность производства сена, что не учитывалось в эксперименте.

Статистическая обработка полученных результатов по урожайности трав на каждой повторности вариантов показала действие удобрительного мелиоранта на растения в виде трехмерного графика, по оси ординат которого были отложены средние данные урожайности по двум укосам, по оси абсцисс - регулирование водного режима почвы (рисунок 8).

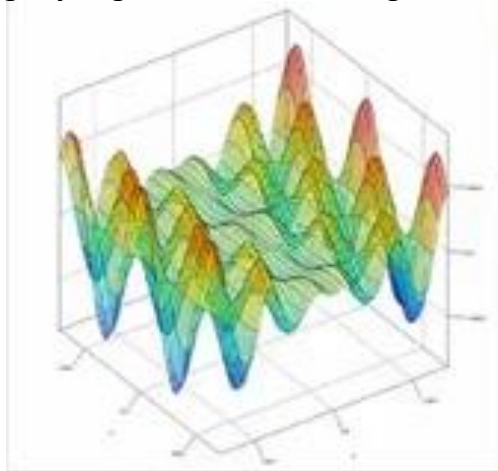


Рис. 8 – Трехмерный график влияния вносимого удобрительного мелиоранта и шлюзования на вариантах опыта в повторностях

Fig. 8 – Three-dimensional graph of the influence of the applied fertilizing ameliorant and sluzing on experimental variants in repetitions

Итак, наиболее эффективен мелиорант в дозе 80 т на гектар. Однако следует заметить, что урожаи сена получены на фоне регулирования водного режима почвы. Шлюз-регулятор во второй декаде июня был закрыт, что обеспечило положение уровня грунтовых вод в этом месяце 70 – 80 см от поверхности, а это было благоприятно для растений.

Предварительный расчет экономической эффективности производства многолетних трав на сено показал наибольшую

окупаемость на варианте Фон+60 т/га, поэтому необходимость дальнейших исследований не вызывает сомнений. Учитывая однократное внесение удобрительного мелиоранта в почву, окупаемость 1 кг этого средства 1 кг прибавкой урожая трав первого и второго укоса на варианте Фон+80 была ниже, чем на варианте Фон+60 т/га.

### **Заключение**

Использование удобрительного мелиоранта на основе половы привело к повышению содержания необходимых растениям питательных элементов в деградированной почве, что явилось следствием роста урожайности сухой массы трав на 10 и 15 т/га в первом и втором укосах по сравнению с контролем и на 8,5 и 11 т/га по сравнению с фоном при поддержании в опыте грунтовых вод на уровне 70-80 см от дневной поверхности посредством шлюзования. Результаты будут коррелироваться в последующие годы проведения опыта с учетом итогов моделирования и экономической эффективности мероприятия.

### **Библиографический список**

1. Валге, А.М. Моделирование оптимальной нормы внесения минеральных удобрений при возделывании многолетних трав / А.М. Валге, А.И. Сухопарова // Агрэкоинженерия, 2021. – № 3(108). – С. 66-72. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-optimalnoy-normy-vneseniya-mineralnyh-udobreniy-pri-vozdelyvanii-mnogoletnih-trav/viewer>



2. Данчеев Д.В. К проблеме использования органических отходов урбанизированных территорий при решении вопросов рационального природопользования / Д.В. Данчеев, А.В. Ильинский // Экологические аспекты мелиорации, гидротехники и водного хозяйства АПК. Материалы международной научно-практической конференции. – М.: Изд-во ВНИИГиМ, 2017. – С. 184-187. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?ysclid=lmf9doae6a150065863&id=30545530>
3. Дзыбов Д.С. Научно-практические основы биологического метода исключения залежной растительности из сукцессионного процесса Д.С. Дзыбов // Земледелие, 2016. – № 2. – С. 13-18. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=yuclcx&ysclid=lmf9hxrds690571043>
4. Иванникова Н.А., Удобрительный мелиорант и подпочвенное увлажнение как факторы повышения урожайности однолетних трав / Н.А. Иванникова, К.Н. Евсенкин, С.В. Перегудов, А.В. Нефедов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2015. – № 4. – С. 2-5. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27307753&ysclid=lmf9jiljt6654176968>
5. Методика подбора состава удобрительно-мелиорирующей смеси на основе агрохимических показателей для восстановления энергетической функции орошаемых деградированных почв / под. ред. Л.В. Кирейчевой. – М., 2018. – 42 с. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43088803&ysclid=lmf9kh3y2a722778178>
6. Садовая И.И. Инновационный прием в технологии возделывания зерновых культур в звеньях севооборотов / И.И. Садовая, О.А. Захарова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, 2023. - Т. 15.- № 2. С. 66-75.
7. Садовая И.И. Моделирование и прогноз развития микробиоценоза в почве при изменении условий питания / И.И. Садовая, О.А. Захарова, Ф.А. Мусаев, Ю.В. Ломова, Е.И. Машкова // Аграрный вестник Нечерноземья, 2022. - № 3 (7). - С. 19-28. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49490595&ysclid=lmf9wmvyu784720013>
8. Способ обогащения почвы при возделывании озимой ржи в условиях Центрального Черноземья / И.И. Садовая, О.А. Захарова, О.В. Черкасов, Д.Е. Кучер, М.И. Голубенко, Ф.А. Мусаев, Е.Р. Коняев, Ю.В. Ломова // Патент на изобретение 2787398 С1, 09.01.2023. Заявка № 2021136640 от 10.12.2021. – URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU2787398C1\\_20230109?ysclid=lmfa3k8hrl736799567](https://yandex.ru/patents/doc/RU2787398C1_20230109?ysclid=lmfa3k8hrl736799567)

### **References**

1. Valge, A.M. Modelirovanie optimal'noj normy vneseniya mineral'nyh udobrenij pri vozdelevanii mnogoletnih trav / A.M. Valge, A.I. Suhoparova // Agroekoinzheneriya, 2021. – № 3(108). – С. 66-72. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-optimalnoy-normy-vneseniya-mineralnyh-udobreniy-pri-vozdelevanii-mnogoletnih-trav/viewer>
2. Dancheev D.V. K probleme ispol'zovaniya organicheskikh othodov urbanizirovannykh territorij pri reshenii voprosov racional'nogo prirodo-pol'zovaniya /

- D.V. Dancheev, A.V. Il'inskij // Ekologicheskie aspekty melioracii, gidrotekhniki i vodnogo hozyajstva APK. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – M.: Izd-vo VNIIGiM, 2017. – S. 184-187. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?ysclid=lmf9doae6a150065863&id=30545530>*
3. *Dzybov D.S. Nauchno-prakticheskie osnovy biologicheskogo metoda isklyucheniya zalezhnosty rastitel'nosti iz sukcessionnogo processa D.S. Dzybov // Zemledelie, 2016. – № 2. – S. 13-18. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=yuclcx&ysclid=lmf9hxrlds690571043>*
4. *Ivannikova N.A., Udobritel'nyj meliorant i podpochvennoe uvlazhnenie kak faktory povysheniya urozhajnosti odnoletnih trav / N.A. Ivannikova, K.N. Evsenkin, S.V. Peregudov, A.V. Nefedov // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. – 2015. – № 4. – S. 2-5. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27307753&ysclid=lmf9jiljt6654176968>*
5. *Metodika podbora sostava udobritel'no-melioriruyushchej smesi na osnove agrohimicheskikh pokazatelej dlya vosstanovleniya energeticheskoy funkcii oroshaemyh degradirovannyh pochv / pod. red. L.V. Kirejchevoj. – M., 2018. – 42 s. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43088803&ysclid=lmf9kh3y2a722778178>*
6. *Sadovaya I.I. Innovacionnyj priem v tekhnologii vzdelyvaniya zernovyh kul'tur v zven'yah sevooborotov / I.I. Sadovaya, O.A. Zaharova // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva, 2023. - T. 15.- № 2. S. 66-75.*
7. *Sadovaya I.I. Modelirovanie i prognoz razvitiya mikrobiocenoza v pochve pri izmenenii uslovij pitaniya / I.I. Sadovaya, O.A. Zaharova, F.A. Musaev, YU.V. Lomova, E.I. Mashkova // Agrarnyj vestnik Nechernozem'ya, 2022. - № 3 (7). - S. 19-28. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49490595&ysclid=lmf9wmvyyu784720013>*
8. *Sposob obogashcheniya pochvy pri vzdelyvanii ozimoy rzhi v usloviyah Central'nogo CHernozem'ya / I.I. Sadovaya, O.A. Zaharova, O.V. CHerkasov, D.E. Kucher, M.I. Golubenko, F.A. Musaev, E.R. Konyaev, YU.V. Lomova // Patent na izobretenie 2787398 C1, 09.01.2023. Zayavka № 2021136640 ot 10.12.2021. – URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU2787398C1\\_20230109?ysclid=lmfa3k8hrl736799567](https://yandex.ru/patents/doc/RU2787398C1_20230109?ysclid=lmfa3k8hrl736799567)*