


ЭКОЛОГИЯ ECOLOGY

DOI 10.22363/2313-2310-2021-29-3-223-232

УДК 57.033

Научная статья / Research article

Влияние экологических факторов на эволюцию фитоценозов мелиоративных объектов Рязанской Мещеры

О.А. Захарова¹, Д.Е. Кучер², Ф.А. Мусаев¹, К.Н. Евсенкин³¹Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева,
Рязань, Россия²Российский университет дружбы народов, Москва, Россия³Всероссийский НИИ гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, Москва, Россия ol-zahar.ru@yandex.ru

Аннотация. Известно лимитирующее влияние погодных условий на сельскохозяйственные культуры, но с экологической точки зрения важна сохранность биологического разнообразия фитоценозов. В 2010–2020 гг. в рамках почвенно-мелиоративного мониторинга были проанализированы климатические особенности территории Рязанской Мещеры и отслежена эволюция фитоценозов двух мелиоративных объектов Рязанского и Клепиковского районов Рязанской области. Рязанская Мещера имеет ряд климатических особенностей вследствие отличительных черт тепловлагообеспеченности, рельефа, влажности воздуха и других показателей. На мелиоративных объектах Тинки-II и Макеевский мыс установлена высокая степень покрытия, большая численность особей, но малое количество видов. Более влажная почва определена на объекте Макеевский мыс, что отображено в большей степени развитием трав, относящихся к гигрофитной группе *Alopecurus pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Glyceria maxima* и др., менее требовательные к воде злаки выявлены на объекте Тинки-II, например *Bromopsis inermis*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Phleum pratense* и др. Обобщая результаты исследований, установлена первостепенная роль экологических факторов на эволюцию фитоценозов мелиоративных объектов Рязанской Мещеры.

Ключевые слова: климат, погода, осушение, луг, фитосоциологический мониторинг

История статьи: поступила в редакцию 19.02.2021; принята к публикации 15.05.2021.

Для цитирования: Захарова О.А., Кучер Д.Е., Мусаев Ф.А., Евсенкин К.Н. Влияние экологических факторов на эволюцию фитоценозов мелиоративных объектов Рязанской Мещеры // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2021. Т. 29. № 3. С. 223–232. <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2310-2021-29-3-223-232>

© Захарова О.А., Кучер Д.Е., Мусаев Ф.А., Евсенкин К.Н., 2021



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Influence of environmental factors on the evolution of phytocenoses of reclamation objects of the Ryazan Meschera

Olga A. Zakharova¹  , Dmitry E. Kucher² ,
Farruh A. Musaev¹ , Konstantin N. Evsenkin³ 

¹Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia

²Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russia

³All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering
and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, Moscow, Russia

✉ ol-zahar.ru@yandex.ru

Abstract. The limiting influence of weather conditions on agricultural crops is known, but from an ecological point of view, the preservation of the biological diversity of phytocenoses is important. In 2010–2020, within the framework of soil-reclamation monitoring, the climatic features of the territory of the Ryazan Meschera were analyzed and the evolution of phytocenoses of two reclamation objects in the Ryazan and Klepikovskiy districts of the Ryazan region was tracked. Ryazan Meschera has a number of climatic features due to the distinctive features of heat and moisture availability, terrain, air humidity and other indicators. A high degree of coverage, a large number of individuals, but a small number of species have been established at the Tinki-II and Makeyevskiy Cape reclamation sites. More moist soil was determined at the Makeyevskiy Cape object, which is reflected to a greater extent by the development of grasses belonging to the hygrophytic group *Alopecurus pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Glycerria maxima*, etc., less water-demanding cereals were identified at the Tinki-II object, for example, *Bromopsis inermis*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Phlum pratense*, etc. Summarizing the results of the research, the primary role of environmental factors on the evolution of phytocenoses of reclamation objects in the Ryazan Meschera is established.

Keywords: climate, weather, drainage, meadow, phytosociological monitoring

Article history: received 19.02.2021; revised 15.05.2021.

For citation: Zakharova OA, Kucher DE, Musaev FA, Evsenkin KN. Influence of environmental factors on the evolution of phytocenoses of reclamation objects of the Ryazan Meschera. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2021;29(3):223–232. (In Russ.) <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2310-2021-29-3-223-232>

Введение

Актуальность темы определена решением возникших проблем видового фиторазнообразия в Рязанской Мещере, являющейся частью Мещерской низменности. Мещерская низменность представляет собой пониженную равнину с большими участками заболачивания территории, лежащей в междуречье Оки и Клязьмы. В ее прошлом были залежи торфа, построены предприятия для торфодобычи, но, к сожалению, после прекращения их работы, участки остались без рекультивации [1]. На территории Рязанской Мещеры функционирует несколько мелиоративных объектов, построенных в середине 1950-х гг. с целью осушения торфяных земель и вовлечения их в сельскохозяйственный оборот. Осушительные системы функционируют до сих

пор, но находятся в регрессионном состоянии из-за прекращения контроля и ухода за работой всех элементов. Это оказывает, в свою очередь, влияние на фитоценоз территории, которая в прошлом использовалась в качестве кормовых угодий. Большое влияние на формирование и эволюцию луговой растительности на современном этапе оказывает неустойчивая погода. Ежегодно на территории происходит самовозгорание верхнего слоя торфяных почв, в основном природного характера.

Цель исследований – анализ климатических особенностей территории Рязанской Мещеры, а также эволюции фитоценозов двух мелиоративных объектов Рязанского и Клепиковского районов Рязанской области.

Материалы и методы

Объекты исследований – участки лугов на мелиоративных объектах Тинки-II Рязанского района и Макеевский мыс Клепиковского района Рязанской области (рис. 1).



Рис. 1. Современный вид магистральных каналов осушительных систем на объектах Тинки-II и Макеевский мыс

Figure 1. Modern view of main drainage ditches at the facilities of Tinki-II and Makeevsky Cape

Мелиоративный фонд Рязанского района составляет чуть более 16 тыс. га, из них осушенные – 6,178 тыс. га, Клепиковского района – чуть более 20 тыс. га, из них осушенные – почти 15 тыс. га. Объекты исследований выбраны при анализе схожих исторических почвенных и мелиоративных данных. Почва объектов – торфяная низинных болот невысокого уровня плодородия [2], уровень залегания грунтовых вод от 90 до 127 см [3]. Маршрут изысканий составлен в процессе обсуждения и обобщения результатов почвенно-мелиоративного мониторинга, проведенного нами с 2010 по 2020 г.

В процессе исследования проводился научный литературный обзор, использовались многолетние отчеты ВНИИГиМ, отдельно рассматривались научные публикации региональных ученых по экологическим, мелиоративным и ботаническим вопросам. Метеорологические данные за многолетний период предоставлены архивом ВНИИГиМ, областной библиотекой имени М. Горького, Рязанским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды; проанализированы научные публикации российских и региональных ученых [4–6], обобщены авторские метеоданные при проведении замеров на автоматической метеостанции, установленной на лизиметрической станции в 100 м от мелиоративного объекта Тинки-II [7].

Изучение флоры проводилось на двух мелиоративных объектах в течение десяти полевых сезонов с 2010 по 2020 г. с конца апреля по сентябрь традиционным маршрутно-рекогносцировочным методом в сочетании с выборочным обследованием экотопов при организации участков обследования площадью 100 м², составлением флористических списков, сбором 200 листов гербария [8]. Жизненная форма устанавливалась по методике И.Г. Серебрякова. Были определены экологические группы растений луга по отношению к воде и пище с использованием классификаций А.П. Шенникова, Д.Н. Цыганова и других исследователей.

«Активность видов» в представлении Б.А. Юрцева рассматривалась как превосходство видов растений-доминантов в данных ландшафтно-климатических условиях с дальнейшим сравнением по 5-балльной таблице, усовершенствованной А.В. Чичевым.

Для флористического сравнения смежных участков луга подсчитан коэффициент Жаккара [9]:

$$K_j = ca + b - c, \quad (1)$$

где a – число видов в одной флоре; b – число видов в другой флоре; c – число видов, общих для двух флор.

Пределы коэффициента – от 0 до 1. Если $K_j = 1$ обозначает полное сходство флор, то $K_j = 0$ свидетельствует об отсутствии схожих видов. Результат умножали на 100 %.

При изучении лугового фитоценоза характеризуются следующие признаки его структуры:

- видовой состав – список видов растений на s (площадь), первоначально фиксируются наиболее распространенные виды;
- ярусность – надземная высота растений с выделением четырех видов;
- высота – биометрические измерения по Лакину с последующей статистической обработкой;
- жизненность – степень развитости вида, фиксируемая по 3-балльной шкале.

В заключение определялось название ассоциации по преобладающим видам и группам растений.

Результаты исследований подвержены математической обработке на компьютерной программе STATISTIC 10.

Результаты и обсуждение

На развитие фитоценозов в основном влияют два экологических фактора: природный и антропогенный.

К природному фактору относится климат. На территории Мещерской низменности он умеренно-континентальный с холодной зимой и умеренно теплым и часто засушливым летом. Рязанская область находится в южной части Нечерноземной зоны, которая, согласно почвенно-географическому районированию, размещается в бореальном поясе [7]. Важную роль в формировании климата играет барометрическая ось континента, проходящая от

г. Уральска через Воронежскую и Харьковскую области к Средней Бесарабии. Барометрическая ось играет роль ветро- и климатораздела.

Безморозный сезон характерен с середины весны. Снеготаяние часто происходит после 2/3 марта. В это время поднимается уровень грунтовых вод. Среднемноголетняя температура июля составляет около +18 °С, но температура в отдельные дни может подниматься до +41 °С. Теплый период года длится не более 218 сут. Среднемноголетняя температура января опускается не ниже –11 °С, хотя показатель может опускаться в отдельные годы до –45 °С. В зимнее время устойчивый снежный покров имеет высоту до 30 см.

По количеству осадков регион относится к зоне неустойчивого увлажнения [2]. Засухи атмосферного воздуха и почвы наблюдаются до 70 % лет, из них в 20 % лет бывает до 10 дней с мощными засухами. В среднем выпадает до 450 мм с колебаниями в отдельные годы. Максимум был отмечен на значении 96 мм в сутки. Нужно также отметить ливневый характер осадков в летнее время.

Коэффициент увлаженности (ГТК) за май – сентябрь равен 0,9–1,4. Анализ динамики ГТК Селянинова показал, что усиление засушливости весной и летом – актуальная проблема последних 30 лет (рис. 2).

На территории Рязанской Мещеры эффект «островов тепла» не наблюдается из-за отсутствия высоких строений, имеющих, например, в городской черте, что не вызывает значительного снижения интенсивности циркуляции конвекционных потоков воздуха. Но значительно – на 20 % по сравнению с городским ландшафтом – увеличено горизонтальное движение воздушных масс и уменьшено восходящее движение, напоминающее бриз.

Слабая аэродинамическая шероховатость подстилающей поверхности и отсутствие «островов тепла» определяют особенности ветрового режима территории, создание выраженного микро- и мезорельефов, заметное увеличение скорости ветра, чаще западного, юго-восточного направлений.

Суммарная солнечная радиация составляет до 95 ккал на 1 см²/год и в большей степени зависит от облачности, содержащихся в атмосфере паров и пыли. До 57 ккал на 1 см²/год поступает фактически. Территория объектов находится в зоне с большим распределением тепла на испарение и меньшим на нагревание.

Режим солнечной радиации влияет на циркуляцию атмосферы. Территория Рязанской Мещеры круглый год находится под воздействием различных воздушных масс. Атмосферные фронты часто сменяют друг друга, а со стороны Атлантического океана приходят циклоны.

Влажность атмосферного воздуха летом часто в дефиците. Зимой парциальное давление может достигать 2,8 гПа, летом – 14,9 гПа, среднегодо-



Рис. 2. Количество засушливых лет, %
Figure 2. Number of dry years, %

вое значение – 7,8 гПа. Средняя годовая относительная влажность воздуха составляет 77 %.

Снежный покров появляется в среднем в первой декаде ноября. Крепкий снежный покров образуется в первой декаде декабря, полное стаивание выявлено в третьей декаде марта. Сходит снежный покров в первой декаде апреля. Насчитывается до 113 дней со снежным покровом.

Следует отметить и наличие несоответствий в погоде в некоторые годы. Так, 2010 г. имел продолжительный период сильной жары с конца июня до середины августа. По захвату территории и сроку действия жара не имела аналогов за более чем вековую историю наблюдений погоды. Подобная ситуация была зафиксирована в Рязанской Мещере в 1972 г., когда на протяжении практически всего лета средние значения температурной нормы были превышены на 4 °С против 7,5 °С в 2010 г.

Решающее значение в проявлении пекла принадлежит блокирующему антициклону, который распространился до 16 км в радиусе, с повторяемостью до 1 %, по продолжительности жизни свыше 15 сут. Ожидание его быстрого спада не привело к положительному итогу: он функционировал 55 сут., то есть был сильнее антициклона лета 1972 г. По данным климатологов, потепление климата, о котором говорится последнее время довольно часто, не превысило 20 % в резких температурных колебаниях [3; 7; 10].

Такое долгое удержание антициклона проявлялось высокими температурами и сильной засухой, что и послужило причиной лесных и торфяных пожаров и, как следствие, задымления воздуха на больших расстояниях. К примеру, следствие пожара в виде загрязнения атмосферного воздуха торфяными частицами и дымом в Рязанской Мещере, точнее в п. Полково, ощущалось на расстоянии более 40 км. В то время был объявлен режим чрезвычайной ситуации.

Сопутствующим фактором оказалось отсутствие испарения и конденсации, что прогревало воздух вблизи поверхности земли сильнее. К тому же у земли был в эти дни либо штиль, либо слабые ветры переменных направлений, и вновь поступающие воздушные массы, медленно перемещаясь, быстро трансформировались над раскаленной и высушенной подстилающей поверхностью. В конце июля – начале августа сформировалась новая локальная воздушная масса с аномально высокими температурами воздуха, мощными приземными инверсиями, сильно загрязненная продуктами горения от полыхавших лесных и торфяных пожаров. Такая синоптическая ситуация способствовала накоплению всех загрязняющих веществ в самом нижнем слое и резкому подъему концентраций загрязняющих веществ в воздухе.

Лето 2010 г. было более чем на 20 дней дольше обычного (+2,9σ), температурная аномалия привела к экологическим негативным последствиям, что выразилось в ухудшении роста и развития и даже гибели растений и животных. Последствия аномального 2010 г., на наш взгляд, не проходят быстро.

Помимо летних месяцев, много солнечных дней зафиксировано в первые два осенних месяца. Так, развитие осенних процессов наблюдалось с задержкой примерно на 3–5 сут., что сразу увеличило эти показания на 22 %. К примеру, количество дней с повышенной среднемесячной температурой

воздуха и бездождливых солнечных дней в первый осенний месяц отмечалось больше на 11 %, а во второй – на 3 %, что позволило отсрочить листопад на 3–6 сут. [2; 6].

Конечно, на климат Рязанской Мещеры оказывает влияние и антропогенный фактор, выраженный осушительной мелиорацией на бывших низинных торфяниках, с середины 1950-х гг. на территории было развито луговое хозяйство. Сейчас эти земли не используются, хотя их потенциал высокий. Следует отметить, что и этот фактор уже можно отнести к природному из-за нарушения работы осушительных систем. С конца 1990-х гг. на них не ведутся восстановительные работы, а по результатам почвенно-экологического мониторинга выявлены деградиционные процессы с присутствием вторичного заболачивания.

Итак, по результатам анализа тепловлагообеспеченности по годам в динамике сделан вывод о частом проявлении засух и жары, безветрия, что подтвердило ранее опубликованные результаты наблюдений профессора Р.Н. Ушакова [2].

При изменяющихся условиях внешней среды в процессе эволюции естественна адаптация к ним луговых трав.

При перестройке климатической системы, подчиняющейся естественным климатическим циклам, в зависимости от ее глубины происходит ответный отклик всего растительного сообщества или его отдельных внутренних ассоциаций и индивидуумов.

Коэффициент Жаккара составил на первом объекте 74, на втором – 68.

На мелиоративном объекте Тинки-II степень покрытия равна примерно 99 %. Количество видов 65. Высота растений составляла от 20 до 120 см. Выявлены растения-доминанты: пырей ползучий (*Elytrigia répens*) и лисохвост луговой (*Alopecúrus praténsis*) с частой встречаемостью и высокой степенью обилия, крапива двудомная (*Urtíca díóica*) встречалась часто с высоким обилием.

Главенствовали такие длиннокорневищные и рыхлодерновинные злаки, как *Bromopsis inermis*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Phleum pratense*, *Poa pratensis*, входящие в группу мезфилов. Много выявлено и бобовых трав: *Lathyrus pratensis*, *Medicago falcata*, *Trifolium pratense*, *Vicia cracca*, и разнотравья разных семейств: *Ranunculus acris*, *Alchemilla vulgaris*, *Geranium pratense*, *Plantago media*, *Galium mollugo*, *Campanula patula* и др. На участках с близким залеганием грунтовых вод в зависимости от обеспеченности почвы питательными веществами сформировались участки с *Deschampsia caespitosa*, *Festuca rubra*, *Nardus stricta*, *Carex nigra*, *Geum rivale*, *Potentilla erecta*, *Hypericum maculatum*, *Gentiana pneumonanthe*, *Melampyrum pratense* [7]. Ярусность проявлена нечетко и отнесена к I и II видам. Жизненность соответствовала 3 баллам, что характеризовало растения как нормально развивающиеся. Почва влажная. Акцент зеленый. Название ассоциации *Elytrigetum urticetosum*.

На мелиоративном объекте Макеевский мыс доминировали гигрофиты: злаки *Alopecurus pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Glyceria maxima*, ползучекорневищный злак *Festuca pratensis*, предпочитающие более влажные почвы, часто встречались мезофиты *Agrostis gigantea* и бобовые *Medicago sativa*, из разнотравья – *Maianthemum bifolium*, *Nardus stricta*, *Carex nigra* и др. Количество видов 48. Покрытие не превышало 88 %, причем выявлено, что бо-

лее высокорослые растения одного вида (например, *Glyceria maxima*) произрастали ближе к магистральному каналу. Невзирая на заиливание канала и зарастание кустарниковой растительностью по ходу движения воды в нем, травы имели высоту до 110 см, что больше по сравнению с 10-метровой удаленностью от него на 25–30 %. Ярусность отнесена к I–III видам, то есть от высокорослых растений до низкотравья, больше проявленного в удаленности от магистрального канала. Жизненность характеризовалась от 3 до 2 баллов с цветением не всех экземпляров, что, по нашему мнению, было следствием избыточного увлажнения почвы. Почва влажная. Акцент желто-зеленый. Название ассоциации дано по доминанту *Festuca pratensis* (овсяница луговая) и субдоминанту *Solidago virgaurea* (золотарник обыкновенный).

Особо надо отметить измененный акцент лугов мелиоративных объектов в 2010 г. (когда нами начат почвенно-экологический и фитосоциологический мониторинг) – серо-зеленый, что связано с изменением водного режима территорий, дефицитом влаги в почве и атмосферном воздухе и подсыханием нижних ярусов листьев. УГВ при измерении обнаружен на рекордно низкой глубине 180–220 см от дневной поверхности. Количество видов 38–42. Высота растений не превышала 50–60 см. Покрытие составляло 80–85 % при наличии сухих «медальонов». Из доминирующих злаков, в частности в 2011 г., то есть через год после аномального по засухе и жаре лета, надо отметить часто встречающиеся из мезофитной и даже ксерофитной групп: *Phragmites australis*, *Alopecurus pratensis*, *Dactylis glomerata* и др.

Заключение

Обобщая вышеизложенное, следует отметить лимитирующее действие на рост и развитие луговых трав погоды, в частности температуры и осадков. Климатические условия Рязанской Мещеры при проведении мелиоративных мероприятий позволяли получить достаточное количество луговых трав, используемых в прошлом на корм скоту. После 1990-х гг. ситуация изменилась из-за прекращения финансирования на уход и ремонт осушительных систем. Сейчас развивается тенденция ухудшения мелиоративных свойств почвы мелиоративных объектов Тинки-II и Makeевский мыс, что сказывается на условиях нормального произрастания растений. Несмотря на высокую степень покрытия почвы (88–99 %) и высокую численность растений, количество видов на обследуемых площадях невысоко – 48–65, что свидетельствует об изменении в первую очередь водного режима территорий. Начинают преобладать растения-доминанты и эдификаторы – водолюбивые злаки, выдерживающие высокую влажность почвы вблизи магистральных каналов, с заменой на мезофильные травы к центру участков обследуемых лугов.

Список литературы

- [1] Бушуев Н.Н., Шуравилин А.В., Папаскири Т.В., Сошников А.Ю., Бондарев Б.Е., Кузнецов В.И., Бородычев В.В., Левина А.В. Современные методы почвенно-экологического мониторинга // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2009. № 9 (57). С. 44–49.

- [2] Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Колебания и изменения климата на территории России // Изв. РАН. ФАО. 2003. Т. 39. № 2. С. 166–185.
- [3] Даценко Н.М., Монин А.С., Берестов А.А., Иващенко Н.Н., Сонечкин Д.М. О колебаниях глобального климата за последние 150 лет // Доклады РАН. 2004. Т. 399. № 2. С. 253–256.
- [4] Исакова А.К. Современные проблемы изменения климата // Гигиена труда и медицинская экология. 2018. № 1(46). С. 11–20.
- [5] Мусаев Ф.А., Захарова О.А. Современный и ретроспективный анализ состояния ландшафтов Рязанской области. Рязань, 2014. 257 с.
- [6] Мусаев Ф.А., Захарова О.А., Морозова Н.И., Костин Я.В. Ядовитые растения кормовых угодий и их воздействие на организм сельскохозяйственных животных. Рязань: РГАТУ, 2013. 150 с.
- [7] Поддубский А.А., Захарова О.А., Евсенкин К.Н., Шуравилин А.В. Регулирование водного режима торфяных почв Мещерской низменности шлюзованием // Вестник Российского университета дружбы народов. 2017 Т. 12 № 4 С. 341–349. <http://dx.doi.org/10.22363/2312-797X-2017-12-4-341-349>
- [8] Ушаков Р.Н., Захарова О.А., Головина Н.А., Зубец О.А. Устойчивость почвы: научно-аналитический подход в агроэкологической оценке плодородия. Рязань, 2013. 98 с.
- [9] Шуравилин А.В., Кибека А.И. Мелиорация. М.: ЭКСМО, 2006. 944 с.
- [10] Шмидт М.В. Математическое моделирование в ботанике. Ленинград: Изд-во Ленинградского университета, 1984. 288 с.

References

- [1] Bushuev NN, Shuravilin AV, Papaskiri TV, Soshnikov AYu, Bondarev BE, Kuznetsov VI, Borodychev VV, Levina AV. Modern methods of soil-ecological monitoring. *Land Management, Cadastre and Land Monitoring*. 2009;(9(57)):44–49. (In Russ.)
- [2] Gruza GV, Rankova EYa. Fluctuations and climate changes on the territory of Russia. *Izvestiya RAN. FAO*. 2003;39(2):166–185. (In Russ.)
- [3] Datsenko NM, Monin AS, Berestov AA, Ivashchenko NN, Sonechkin DM. On the fluctuations of the global climate over the past 150 years. *Doklady RAN*. 2004;399(2): 253–256. (In Russ.)
- [4] Iksakova AK. Modern problems of climate change. *Occupational Hygiene and Medical Ecology*. 2018;(1(46)):11–20. (In Russ.)
- [5] Musayev FA, Zakharova OA. *Modern and retrospective analysis of the state of landscapes of the Ryazan region*. Ryazan; 2014. (In Russ.)
- [6] Musayev FA, Zakharova OA, Morozova NI, Kostin YaV. *Poisonous plants of forage lands and their impact on the organism of agricultural animals*. Ryazan: RGATU; 2013. (In Russ.)
- [7] Poddubsky AA, Zakharova OA, Evsenkin KN, Shuravilin AV. Regulation of the water regime of peat soils of the Meshcherskaya lowland by sluicing. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2017;12(4):341–349. (In Russ.)
- [8] Ushakov RN, Zakharova OA, Golovina NA, Zubets OA. *Soil stability: a scientific and analytical approach in the agroecological assessment of fertility*. Ryazan; 2013. (In Russ.)
- [9] Shuravilin AV, Kibeka AI. *Melioration*. Moscow: EKSMO Publ.; 2006. (In Russ.)
- [10] Schmidt VM. *Mathematical methods in botany*. Leningrad: Leningrad University Publ.; 1984. (In Russ.)

Сведения об авторах:

Захарова Ольга Алексеевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии и агротехнологий, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Россия, 390041, Рязань, ул. Костычева, д. 1. ORCID: 0000-0002-0933-0714. E-mail: ol-zahar.ru@yandex.ru

Кучер Дмитрий Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент агроинженерного департамента, Аграрно-технологический институт; заместитель директора по инновационной деятельности и стратегическому развитию, Институт экологии, Российский университет дружбы народов, Россия, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6. ORCID: 000-0002-7919-3487. E-mail: kucher-de@rudn.ru

Мусаев Фаррух Атауллахович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Россия, 390041, Рязань, ул. Костычева, д. 1. ORCID: 0000-0002-8414-4890. E-mail: farruh.musaev@mail.ru

Евсенкин Константин Николаевич, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, Всероссийский НИИ гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, Россия, 127550, Москва, ул. Большая Академическая, д. 44, корп. 2. ORCID: 0000-0002-0194-8552. E-mail: kn.evsenkin@yandex.ru

Bio notes:

Olga A. Zakharova, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy and Agrotechnology, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, 1 Kostycheva St, Ryazan, 390041, Russia. ORCID: 0000-0002-0933-0714. E-mail: ol-zahar.ru@yandex.ru

Dmitry E. Kucher, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Agroengineering Department, Agrarian and Technological Institute; Deputy Dean of the Institute of Environmental Engineering for Innovation and Strategic Development, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), 6 Miklukho-Maklaya St, Moscow, 117198, Russia. ORCID: 000-0002-7919-3487. E-mail: kucher-de@rudn.ru

Farrukh A. Musaev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, 1 Kostycheva St, Ryazan, 390041, Russia. ORCID: 0000-0002-8414-4890. E-mail: farruh.musaev@mail.ru

Konstantin N. Evsenkin, Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher of the All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, 44 Bolshaya Akademicheskaya St, bldg 2, Moscow, 127550, Russia. ORCID: 0000-0002-0194-8552. E-mail: kn.evsenkin@yandex.ru