

УДК 910.1/911.9

## ОЦЕНКА ЛАНДШАФТНЫХ ФУНКЦИЙ ОСУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ МЕЩЕРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

© 2017 г. Кирилл Н. Дьяконов, Татьяна И. Харитонова

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
географический факультет, Москва, Россия*

*e-mail: diakonov.geofak@mail.ru, kharito2010@gmail.com*

Поступила в редакцию 27.12.2016 г.

**Аннотация.** После распада Советского Союза произошло массовое забрасывание мелиорированных земель, что привело к формированию нового типа ландшафтов – постмелиоративного. Выявление новых трендов в их динамике и эволюции создает информационную базу для оценки потерь части ранее выполняемых ими природных и социально-экономических функций. В качестве модельной территории выбран осушенный в 1966 г. ландшафт в Центральной Мещере, где с 1977 г. ведутся стационарные исследования за его динамикой и функционированием в зоне влияния мелиоративной системы и вне ее. Дана качественная оценка изменения ландшафтных функций за период активного использования осушительной системы за период с 1966 по 1991 г. и за период с 1993 по 2015 г. по 18-ти экологическим и социально-экономическим индикаторам. Обоснован метод относительного шкалирования, на основе которого осуществлен анализ 4-х функций ландшафта, обеспечивающих: биологическую продукцию, качество поверхностных вод, почвенное плодородие и культурную (эстетическую). Для оценки ландшафтных функций с позиций местного социума взяты эталоны регионального уровня. Метод весовых коэффициентов 4-х указанных функций позволил заключить, что наибольшую ценность территория представляет для аграрной деятельности и менее пригодна для природоохранных задач, хотя различия невелики.

**Ключевые слова:** ландшафтные функции, заброшенные ландшафты, относительное шкалирование, биопродуктивность, плодородие почв, качество поверхностных вод, эстетика ландшафта, Мещера.

DOI: 10.7868/S037324441705005X

## ASSESSMENT OF LANDSCAPE FUNCTIONS OF DRAINED LANDS OF MESHCHERA LOWLAND

Kirill N. Diakonov and Tatyana I. Kharitonova

*Faculty of Geography, Moscow State University, Moscow, Russia*

*e-mail: diakonov.geofak@mail.ru, kharito2010@gmail.com*

Received December 27, 2016

**Abstract.** The widespread abandonment of ameliorated lands, which occurred after the disintegration of the Soviet Union, has resulted in emergence of a new postameliorated type of landscapes. The research of new trends in dynamics and evolution of such landscapes forms the informational base for the assessment of the losses of a part of former natural and socioeconomic functions. The drained in 1966 landscape in the Central Meshchera Lowland was selected as a model area, where since 1977 stationary studies for its dynamics and functioning have been conducting in the zone of influence of the melioration system and beyond. The qualitative estimation of the changing of landscape functions over the periods of active use of drainage systems from 1966 to 1991 and from 1993 to 2015 by the 18 environmental and socioeconomic indicators is given. The method of relative scaling is reasoned. Based on this method, the four most important landscape functions providing biological productivity, surface water quality, soil fertility, and aesthetic attractiveness are analyzed. For the assessment of landscape functions from the viewpoint of the local society, the references at the regional level are taken. The weights method for these four functions allows concluding that in a greatest degree this area is suitable for agricultural activities and in a lesser degree for nature protection objectives, although the differences are small.

**Keywords:** landscape functions, abandoned land, relative scaling, biological productivity, soil fertility, quality of surface waters, landscape aesthetics, Meshchera Lowland.

**Введение.** Специфика объекта исследования физической географии состоит в его динамичности при сохранении относительного постоянства предметной сущности. После распада Советского Союза и, как следствие, изменения экономической и социальной политики государства в 1990-е годы произошло забрасывание мелиорированных земель, что привело к образованию нового типа антропогенных ландшафтов – постмелиоративного.

В 1960–1970-е годы в мелиорацию Нечерноземной зоны России, Белоруссии и Украины были вложены колоссальные интеллектуальные, финансовые и материально-технические средства, в результате чего были осушены и освоены миллионы гектаров заболоченных земель. Экологическая, экономическая и социальная оценка широкомасштабной осушительной мелиорации всегда была неоднозначной. В связи проблемой территориального перераспределения стока северных рек на юг и повышения эффективности водных мелиораций в 1985–1986 гг. в Академии наук СССР функционировала Комиссия по водным мелиорациям, которую возглавил вице-президент АН СССР, академик А.Л. Яншин<sup>1</sup>.

Комиссия дала оценку эффективности осушительной мелиорации сельскохозяйственного назначения по 3-м направлениям: экологическому, экономическому и социальному. В кратком виде причины низкой эффективности осушительных мелиораций заключались в следующем [6]: 1) низкое качество проектирования и водохозяйственного строительства; 2) отсутствие оценки воздействия данного мегапроекта на окружающую среду; 3) отсутствие эколого-географической независимой экспертизы отдельных региональных проектов мелиорации (достаточно было согласования в местных органах власти); 4) диспропорция в закупочных ценах на аграрную продукцию давала искусственно завышенные значения валовой сельскохозяйственной продукции на землях с оросительными системами по сравнению с осушительными; 5) превышение сроков окупаемости затрат на мелиорацию по сравнению с нормативными. Низкая окупаемость капитальных вложений в мелиорацию Нечерноземной зоны была обусловлена дефицитом рабочей силы из-за неразвитости социально-экономической инфраструктуры и неблагоприятной

демографической ситуацией (возрастной структурой населения).

Вместе с тем многолетние исследования на опытных мелиоративных станциях доказывают, что при научной организации сельского хозяйства мелиорированные ландшафты устойчиво выполняют свои функции и несут минимальные потери органических веществ, а применение природоохранных технологий снижает отрицательные экологические последствия [10, 13]<sup>2</sup>.

Важным позитивным результатом проведения осушительных мелиораций, в особенности в Белорусском и Украинском Полесьях, была их высокая социальная значимость. В результате осушения и проведения санитарно-гигиенических мероприятий в Полесье были ликвидированы очаги малярии, лептоспироза, туляремии. Сопутствующее мелиорации строительство дорог с твердым покрытием и поселков городского типа позволило создать для сельского населения социальные условия проживания, соответствовавшие нормам 1970–1980-х годов.

**Постановка проблемы.** Макрорегиональные закономерности трансформации землепользования в России за последние 20 лет охарактеризованы в ряде публикаций [8, 11 и др.]. Отмечая конструктивность этих работ, подчеркнем, что необходимы исследования на локальном и региональном уровнях, на конкретных объектах. Сценарии дальнейшего формирования и использования постмелиорированных ландшафтов и существующих гидромелиоративных земель требуют изучения идущих в них физико-географических процессов и социально-экономического значения. Утрата выполняемых социально-экономических функций без компенсации за счет появления новых возможностей должна рассматриваться как инволюция заброшенных ландшафтов. Это вызывает необходимость разработки мер для их оптимизации при новой региональной структуре природопользования.

В связи с этим актуален вопрос оценки новых свойств ландшафтов с акцентированием внимания как на позитивные, так и деструктивные процессы трансформации их экологических функций, в первую очередь потери плодородия [22]. Для решения этой проблемы целесообразно использовать концепцию ландшафтных функций

<sup>1</sup> В «Комиссии А.Л. Яншина» активно работали: В.А. Ковда, Н.Ф. Глазовский, Л. Зеликина, Г.С. Голицын, К.Н. Дьяконов, С.Г. Жуков, М.И. Зеликин, Н.Г. Минашина, Н.Д. Матрусов, Е.М. Подольский, А.Ю. Ретеюм, С.Н. Чернышов, Н.П. Юрина и др.

<sup>2</sup> Бамбалов Н.Н., Смирнова В.В., Решетник А.С., Милевич М.С. Баланс органического вещества и азота в торфяной почве, используемой в условиях черной и песчано-смешанной культуры // Природопользование: сб. науч. тр. Минск, 2011. Вып. 19. С. 91–95.

[15, 21], которая позволяет комплексно оценить приобретения и потери общества. Истоки концепции относятся к работам Д.Л. Арманда, В.С. Преображенского и др.

Сложность использования данного подхода состоит в выборе общей системы координат для совместной оценки ресурсных, экологических и нематериальных функций ландшафта. Наиболее очевидным и самым применяемым в настоящее время способом является монетизация функций, правда, достоверность расчетов их экономической стоимости нередко вызывает сомнения у научного сообщества [19, 20]. В настоящей статье выполнен сравнительный анализ функций методом их относительного шкалирования.

**Объекты, методы и методология исследований.** В настоящем разделе представлены объекты и методы исследований, а также сравнительно новые подходы в сопоставлении функций ландшафта, находящегося в разных условиях природопользования.

**Объекты исследования.** В качестве модельной территории выбран осушенный в 1966 г. ландшафт в Центральной (озерной) Мещере (Рязанская область), расположенный в пределах ложбины стока талых ледниковых вод, сложенной переслаивающимися суглинками, супесями и песками, перекрытыми низинными и переходными торфами. Ложбина стока соседствует с зандровыми и озерно-ледниковыми равнинами, занятыми сосновыми и елово-сосновыми лесами разного возраста и зарастающими лугами, что характерно для Мещерской низменности (55.3N, 40.2E). Здесь с 1977 г. коллективом кафедры физической географии и ландшафтоведения Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова совместно с Мещерским филиалом ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова ведутся наблюдения за глубиной залегания почвенных и грунтовых вод, динамикой биологической продуктивности, флористическим составом модифицированных и фоновых экосистем; используются методы дендрохронологии, геохимии ландшафта и гидрохимии. В 1992 г. осушенные угодья были заброшены, а позднее включены в новообразованный Мещерский национальный парк. С этого времени территория как сельскохозяйственный объект не используется.

**Материалы и методы.** Оценка продуктивности экосистем осуществлялась на основании многолетних (1977–2015 гг.) наблюдений за наземной травянистой фитомассой фоновых и осушенных луговых сообществ (всего 36 точек). Фитомасса отбиралась ежегодно в период максимальной вегетации

(29/06–2/07) с двух площадок по 0.25 м<sup>2</sup>. Затем листовая масса высушивалась при температуре 60 °С.

Плодородие почв оценивалось по содержанию углерода и азота в корнеобитаемом горизонте торфяных почв (определялось по методу элементного анализа Дюма на анализаторе Elementar Vario ELIII). Всего проанализировано 58 образцов из органических горизонтов 28-ти почвенных профилей, равномерно распределенных по площади осушенного массива, и 6-ти профилей в фоновых болотах. Отбор проб произведен в 2010–2015 гг. Пространственная изменчивость плодородия определена на основании интерпретации серии космических снимков Landsat-5 2009–2010 гг. [14].

Оценка качества поверхностных вод дана на основании проб, отобранных на территории исследования в 1978, 1979, 2009 и 2013 гг. Характеристика фоновых болотных вод составлена по 7 пробам дренажных вод в сельскохозяйственный период – по 7 пробам и в постмелиоративный период – по 6 пробам, вод озера Белое – по 3 пробам. Гидрохимический анализ проб проводился в сертифицированной лаборатории географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Оценка эстетической привлекательности исследуемых объектов проведена по оригинальной методике, которая учитывает такие параметры ландшафта, как наличие доминанты пейзажа, многоплановость, красочность, характер рельефа, размещение водных объектов, характер антропогенных изменений и др., всего 16 характеристик [7]. Каждый параметр оценивается по трехбалльной шкале (0–2), максимально возможное количество баллов 30.

**Относительное шкалирование.** Первое положение – индивидуальные шкалы, в которых за 100 баллов принимается оптимальное значение каждой функции, должны разрабатываться для крупных регионов ранга физико-географической провинции, так как нельзя, например, оценивать изменение продуктивности пустынь относительно максимальной продуктивности субтропических лесов, или оценивать эстетическую привлекательность Подмосковья по шкале, где эталоном служит вид на Эльбрус.

Второе предложение – в связи с тем, что все показатели функционирования геосистем имеют сезонную или межгодовую изменчивость, предлагается проводить не линейное шкалирование, а квадратическое, которое будет менее чувствительно к небольшим отклонениям от оптимального значения, но более чувствительно

к большим отклонениям. Квадратическая шкала рассчитывается по формуле:

$$RV = 100 - 100 \times \left( \frac{V - MAX}{MIN - MAX} \right)^2,$$

где  $RV$  – балл по относительной 100-балльной шкале;  $V$  – фактическое значение показателя;  $MAX$  – оптимальное значение шкалируемого показателя (100 баллов);  $MIN$  – неблагоприятное значение показателя (принято за 0).

Третье, такие свойства геосистем, как биоразнообразие, почвенное плодородие, эстетическая привлекательность, продуктивность и др., ранжируются от нуля до максимально возможного значения. Более сложные свойства, такие как водный баланс, регулирование климата, имеют биполярные шкалы, т.е. их оценка снижается и в большую, и в меньшую сторону от оптимального значения. Самое сложное свойство для шкалирования – качество воды, для которого принято оптимальное содержание элементов и два нижних полюса – при нулевом содержании элементов и в предельно допустимой концентрации, но в особо загрязненных районах предельно допустимые концентрации могут быть превышены в десятки раз, в этом случае качество воды должно иметь отрицательное значение, чтобы ощутимо снижать интегральную оценку ландшафта. Отрицательная шкала должна быть чувствительна к значениям, близким к предельно допустимым концентрациям, и менее чувствительна к различиям

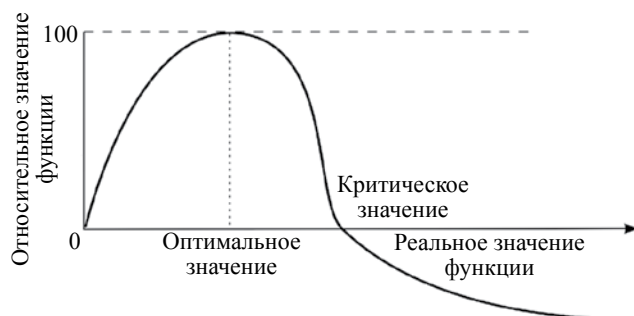


Рис. 1. Шкала, применяемая для расчета относительных значений ландшафтных функций

в более высоких концентрациях, этим целям отвечает логарифмическая шкала (рис. 1). Расчет баллов по логарифмической шкале проводится по формуле:

$$RV = 20 \times \log_{0.5} \left( 1 + \frac{V - LIM}{LIM} \right),$$

где  $LIM$  – предельно допустимое значение свойства геосистемы.

**Качественная оценка изменения ландшафтных функций в процессе трансформации природопользования.** Она базируется на 38-летних рядах наблюдений. Ее результаты опубликованы [17] и в кратком изложении представлены на рис. 2.

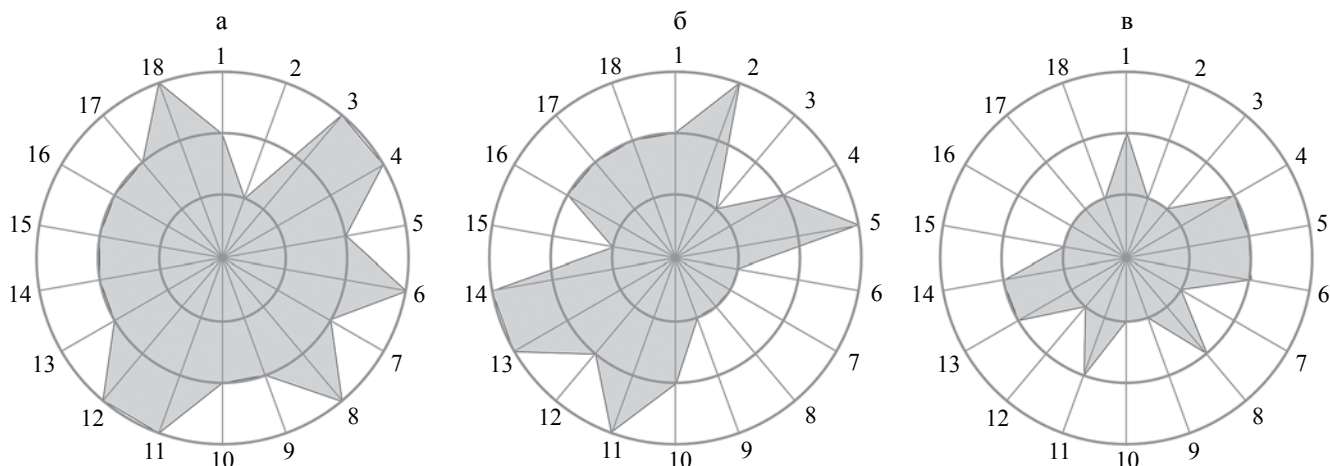


Рис. 2. Изменение ландшафтных функций низинного болота в результате осушения, освоения и последующего забрасывания: а – Естественное низинное болото, б – Агроландшафт на осушенном болоте, в – Зброшеный посмелиорированный торфяник. Ландшафтные функции: *Обеспечивающие*: 1 – продуктивность экосистем; 2 – хозяйственную ценность продукции экосистем; 3 – баланс органического вещества; 4 – водные ресурсы. *Регулирующие*: 5 – уровень грунтовых вод; 6 – качество поверхностных вод; 7 – сток; 8 – климат; 9 – эрозию; 10 – природно-очаговые инфекции; 11 – устойчивость функционирования. *Поддерживающие*: 12 – биологическое разнообразие; 13 – почвенное плодородие; 14 – кислотно-основные условия; 15 – баланс парниковых газов. *Культурные*: 16 – привлекательность для рекреации и экотуризма; 17 – эстетическая ценность; 18 – информационная ценность.

**Обеспечивающие функции.** Лесные экосистемы прилегающих к мелиоративной системе задровых равнин отреагировали на осушение снижением прироста, но за 15 лет смогли адаптироваться к новым гидрогеологическим условиям и в настоящее время динамика их продукции синхронна с таковой у фоновых экосистем. Для лугов прослежено два тренда, связанных с прекращением хозяйственной деятельности, – увеличение надземной фитомассы на нижних уровнях рельефа и ее уменьшение на верхних [16]. Продуктивность экосистем медленно возвращается к первоначальному уровню (см. рис. 2, вектор 1). При этом смена видового состава луговых фитоценозов происходит с потерей их хозяйственной ценности (см. рис. 2, вектор 2). Баланс органического вещества сохраняется на прежнем уровне, так как, с одной стороны, органическое вещество торфа сильно гумифицировано и довольно устойчиво к разложению [29], но с другой стороны, не происходит накопления и новой органики (см. рис. 2, вектор 3). Качество воды ухудшилось по одним показателям (вынос Fe, P и NO<sub>3</sub>), но улучшилось по другим (общая минерализация), таким образом, принимаем, что качество воды сохранилось на прежнем уровне (см. рис. 2, вектор 4).

**Регулирующие функции.** Регулирование уровня грунтовых вод, которое велось системой шлюзов в аграрный период и позволяло уменьшить амплитуды колебания УГВ на 10–20 см по сравнению с естественными болотами [9], в настоящее время имеет остаточный эффект, увеличивает неравновесность системы, расчетный уровень грунтовых вод, благоприятный для мезофитной растительности, постепенно повышается, из чего можно заключить об ослаблении функции регулирования водного режима (см. рис. 2, вектор 5).

При сельскохозяйственном использовании осушенных торфяников увеличился вынос в поверхностные воды органогенных элементов – кальция, калия, фосфора, азотных соединений. После забрасывания угодий и подъема уровня грунтовых вод началось разрушение возникших при осушении кислородных геохимических барьеров и мобилизация многих химических элементов, увеличилась миграция железа и фосфора. По данным 2009 г. дренажные воды с мелиоративной системы содержат 0.483 мг/л фосфатов в пересчете на фосфор, что в 11 раз превышает фоновые значения. Гумусовые кислоты верхних горизонтов осушенных почв при повышении УГВ легко переходят в водные растворы и вымываются из почвенного профиля, а дренажные воды системы обогащаются органическим углеродом

и азотом. По данным 2013 г. содержание углерода в дренажных водах превышает фоновые значения в 2.3 раза, нитратных форм азота – в 2.2 раза, аммонийных форм азота – в 2 раза [1].

Поскольку уровень грунтовых вод поднимается очень медленно, ожидается, что повышенное содержание биогенов в поверхностных водах сохранится продолжительное время. Из позитивных тенденций следует отметить снижение общей минерализации поверхностных вод. Можно заключить, что качество поверхностных вод, снизившееся в период освоения территории, слабо улучшилось в годы, следовавшие за прекращением хозяйственной деятельности (см. рис. 2, вектор 6).

Регулирование стока с болот осуществляется за счет акротельмы, верхнего слоя плохо разложившегося торфа [31]. За время эксплуатации верхний горизонт агроторфяных почв помимо естественной сработки и осадки подвергся дополнительному уплотнению за счет внесения песка. В настоящее время формирование нового торфа не зафиксировано. Учитывая среднюю скорость торфонакопления в Мещерской низменности 0.5–0.8 мм/год за последние 400 лет [5], для нарастания свежего торфа и восстановления водорегулирующей функции болот после забрасывания мелиоративной системы понадобятся сотни лет. Таким образом, регулирование стока остается на прежнем низком уровне (см. рис. 2, вектор 7).

Вторичное заболачивание и восстановление растительного покрова болот постепенно приводит к уменьшению альбедо земной поверхности и стабилизации местного климата (см. рис. 2, вектор 8).

Активность эрозии находится в тесной зависимости от регулирования стока и сохраняется на прежнем уровне (см. рис. 2, вектор 9).

При трансформации низинного болота в агроландшафт уменьшается опасность болезней, связанных с переносчиками-комарами, но несколько увеличивается опасность занесения иксодовых клещей на осушенную территорию. При забрасывании мелиоративной системы, с одной стороны, поднимается уровень грунтовых вод, что создает благоприятные условия для размножения комаров; с другой стороны, происходят вторичные сукцессии, формируются сообщества молодых ивово-березовых редколесий, которые характеризуются высокой численностью клещей [4]. Санитарно-эпидемиологическая ситуация ухудшается (см. рис. 2, вектор 10).

Потеря устойчивости постмелиорированным ландшафтом прослежена выше по основным параметрам функционирования – изменению продуктивности, интенсивности геохимических циклов, стока, уровня грунтовых вод и пр. Увлажнение осушенного ландшафта постепенно растет, но пока характеризуется меньшими значениями и меньшей межгодовой изменчивостью по сравнению с фоновыми болотами. В сухих погодных условиях ландшафты в пределах мелиоративной системы теряют меньше влаги по сравнению с фоновыми болотами, но в экстремально сухих происходит резкое иссушение и понижение влагозапасов значительно ниже фоновых.

В период управления ландшафтом продукция его растительности по годам была более стабильной, чем в природных аналогах, коэффициент вариации продуктивности мелиорированных ландшафтов составлял 21–25%, в естественных условиях – 30–32%. Коэффициенты вариации продуктивности заброшенных ландшафтов, рассчитанные для последних 10 лет, увеличились до 25–37%, в то время как в фоновых условиях произошло некоторое снижение амплитуды колебаний продуктивности (см. рис. 2, вектор 11).

**Поддерживающие функции.** Особенность изучаемой территории состоит в относительной бедности флоры коренных ландшафтов. Естественные болотные экосистемы Мещеры насчитывают в среднем 14–15 видов (от 9 до 21), в то время как производные влажные и сырые луга – 25–29 (от 12 до 42) [2]. Осушение и трансформация болот в сенокосные и пастбищные луга происходит с увеличением флористического разнообразия, восстановительные сукцессии определяют сокращение травянистых видов.

Совокупность факторов, сопутствующих мелиорации, – понижение уровня грунтовых вод, изменения в растительном покрове, усиление фактора беспокойства в репродуктивный период, проведение механизированных сельскохозяйственных работ, выпас скота, применение минеральных удобрений – все это приводит к сокращению количества гнездящихся видов птиц до 65%, а их численность снижается на 9–48% [12]. При длительной истории освоения территории происходит компенсация разнообразия птиц за счет луговых и полевых видов, выстраивания новых трофических цепей и увеличения количества хищных птиц [25, 26]. Забрасывание лугов и пашен приводит к потере ландшафтного разнообразия, утрате кормовой базы для устоявшихся популяций птиц и их постепенному сокращению. Можно считать, что утрата биоразнообразия,

произошедшая в результате осушения и распашки, усугубляется при забрасывании агроландшафта (см. рис. 2, вектор 12).

Разложение органического вещества осушенных почв на первых этапах сопровождается временным повышением содержания азота и других питательных веществ. Повышенная трофность агроторфяных почв отмечается геоботаническими исследованиями, а также по снижению в верхних горизонтах соотношения C/N. При снижении доли углерода до установленного критического уровня в 25% потеря органического вещества не компенсируется относительным накоплением азота<sup>3</sup>. После забрасывания территории и подъема УГВ углерод и азот переходят в почвенный раствор и интенсивно выносятся, а почвенное плодородие постепенно утрачивается (см. рис. 2, вектор 13).

Кислотно-основные условия регулируют подвижность элементов и определяют интенсивность процессов разложения торфа. При осушении и сельскохозяйственном освоении болот произошло понижение кислотности среды. По данным исследований 2008–2009 гг. рН почв составляет 3.2–3.8 в фоновых условиях и 5.0–5.9 – в постмелиорированных агроторфяных почвах. Осушенные болота, в почвах которых поддерживается реакция рН на уровне 4.9–5.5, характеризуются более благоприятными условиями для формирования экосистем с высоким биоразнообразием и продуктивностью, а также относительно низкой скоростью разложения торфа [32]. При прекращении хозяйственной деятельности и поднятии уровня грунтовых вод происходит постепенное увеличение кислотности на всей территории исследования, что можно считать ухудшением кислотно-основной обстановки (см. рис. 2, вектор 14).

Вклад осушенных болот в эмиссию парниковых газов зависит от их использования. Самый неблагоприятный баланс – в агроландшафтах, а осушенные луга выступают более слабыми эмитентами. Обводнение торфяников не приводит к заметному сокращению эмиссии, так как поток метана в них восстанавливается [30], а об улучшении баланса парниковых газов пока говорить рано (см. рис. 2, вектор 15).

<sup>3</sup> Харитонова Т.И., Дьяконов К.Н. Подходы к оценке плодородия постагрогенных торфяных почв Мещерской низменности // Проблемы рационального использования природных ресурсов и устойчивое развитие Полесья: Сб. докл. межд. научн. конф. (Минск, 14–17 сент. 2016 г.). В 2-х т. Т. 2. Минск: Беларуская навука, 2016. С. 61–65.

**Культурные функции.** С точки зрения рекреации и экотуризма водно-болотные угодья представляются наиболее привлекательными для наблюдателей за птицами [24]. Численность водоплавающих птиц сократилась при осушении и проведении технических работ на исследуемой территории [12]. После прекращения хозяйственной деятельности местность стала недоступна из-за разрушенных дорог, сохранившейся системы канав и зарастания заброшенных полей кустарником. Это сделало ее непривлекательной для потенциальных рекреантов (см. рис. 2, вектор 16). Эстетическая привлекательность ландшафта зависит от дальности обзора, наличия кулис, ритмичности и разнообразия ландшафтного рисунка. Сочетание лесных массивов с открытой перспективой полей, разделенных каналами и лесополосами, представляет собой культурно-историческую привлекательность для жителя средней полосы России и, безусловно, выигрывает по сравнению с ивняковыми осоковыми болотами и тем более по сравнению с зарастающими сорняками и кустарником полями (см. рис. 2, вектор 17).

Информационная ценность рассматривается как сохранение генофонда и в этом случае оценивается интегрально по количеству видов из федеральной и региональной Красных книг [27]. Снижение информационной ценности, связанное с потерей численности и разнообразия, например, водоплавающих птиц после осушения, несколько компенсируется созданием новых луговых и полевых местообитаний — новых для ландшафтов заболоченной территории. Забрасывание мелиоративного ландшафта происходит с утратой информационной ценности (см. рис. 2, вектор 18).

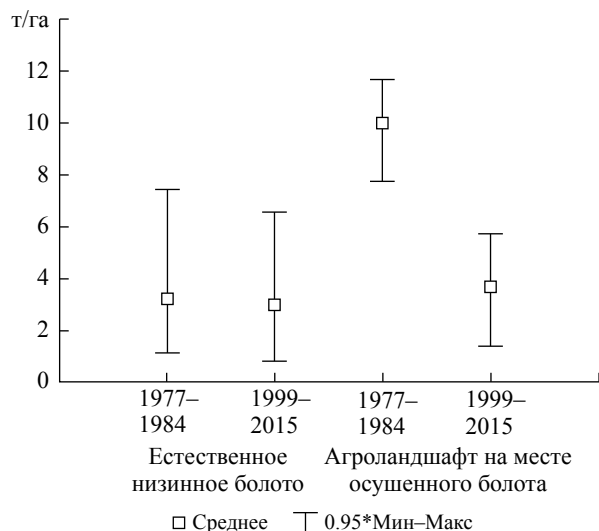
Исходя из проведенной оценки, можно заключить, что спустя 20 лет после забрасывания сельскохозяйственных угодий и деградации осушительной системы наблюдается ослабление экологических функций постмелиорированного ландшафта. Ухудшился водный режим территории, увеличилась контрастность увлажнения во времени и пространстве; увеличилась годовая изменчивость продуктивности фитоценозов при сохранении ее объема на прежнем уровне; увлажнение территории и смена растительности стала более благоприятной для увеличения численности кровососущих насекомых; снизилось плодородие и увеличилась кислотность почв; ухудшились все культурные функции ландшафта. Все эти неблагоприятные изменения природных характеристик ландшафта произошли с одновременной утратой сельскохозяйственных угодий на песчаных и супесчаных почвах Центральной Мещеры.

Надо отметить, что качественная оценка дает представление о сложившихся тенденциях развития территории, но не может служить основанием для принятия управленческих решений, так как не уравнивает функции и не дает их численных значений. Введение относительных региональных шкал и весовых коэффициентов для каждой функции может стать путем получения объективной интегральной оценки территории. Далее на примере анализа четырех функций — обеспечивающей ежегодную биологическую продукцию, регулирующей качество поверхностных вод, поддерживающей почвенное плодородие и, как пример культурной функции, эстетической — показано, как данный метод может быть применен на практике.

**Таблица 1.** Надземная продукция болот и лугов зон южной тайги и смешанных лесов Европейской территории России

Экосистема	Всего, т/га	В том числе	
		Деревья, т/га	Травы, т/га
Низинные черноольшаники	6.8	4.0	2.1
Низинные черноольшаники травяные	12.9	11.7	1.2
Низинные березово-травяно-сфагновые	2.2	0.9	1.2
Низинные травяные болота	21.2	—	<b>21.2</b>
Злаково-разнотравные луга	6.0	—	6.0
Осоково-разнотравные луга	4.1	—	4.1
Бобово-разнотравно-злаковые луга	7.9	—	7.9
Бобово-осоково-разнотравно-злаковые	6.4	—	6.4

Источник: составлено по [3].



**Рис. 3.** Надземная травянистая фитомасса мелиорированных лугов и фоновых болот изучаемой территории в периоды ее сельскохозяйственного использования (1977–1984) и заброшенности (1999–2015).

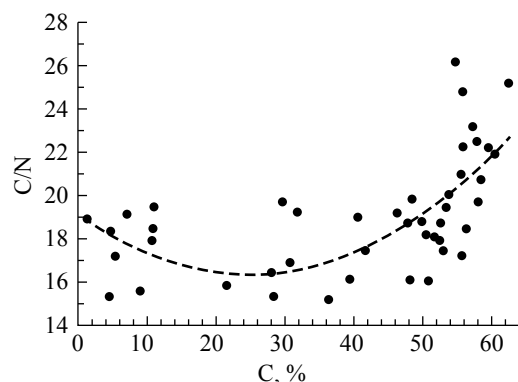
**Результаты и их обсуждение. Оценка продуктивности ландшафта (обеспечивающая функция).**

Составление относительной шкалы для оценки продуктивности является, наверное, самой легко выполнимой задачей, так как в 1970–80-х годах советскими учеными были собран колоссальный массив данных по продуктивности всех зональных типов растительных сообществ, который был обобщен в [3]. Для всей территории бывшего СССР существует региональная база по надземной и подземной годовой продукции и фитомассе растительных сообществ, значения продуктивности сходных с изучаемым типом экосистем приведена в табл. 1. Максимально возможная продуктивность лугов и болот в данной природной зоне составляет 21.2 т/га, это значение принято за 100 баллов относительной шкалы продуктивности.

Динамика продуктивности луговых и болотных сообществ изучаемой территории показана на рис. 3. Пересчитывая среднюю продуктивность сообществ по принятой шкале, получаем,

что обеспечивающая функция, в целом низкая у естественных болотных экосистем региона, была максимальна в период сельскохозяйственного использования и резко снизилась при забрасывании территории (табл. 2).

**Оценка плодородия почв (поддерживающая функция).** Минерализация органического вещества осушенных торфяных почв на первом этапе приводит к обогащению корнеобитаемого слоя биогенными элементами, в частности азотом, и служит фактором повышения почвенного плодородия [18, 28]. При хорошем сценарии биогенные элементы закрепляются в относительно устойчивых гумусовых кислотах, а плодородие осушенных торфяных почв поддерживается продолжительное время [29]. При неблагоприятном сценарии в процессы минерализации вовлекаются гумусовые кислоты. В этом случае почва начинает безвозвратно терять углерод, азот и другие биогенные элементы. Это прослеживается по изменению соотношения C/N в торфяных почвах с разным содержанием углерода (рис. 4). Минимальное значение C/N, то есть состояние, при котором почва относительно обогащена азотом, достигается при содержании углерода 25.2% (принимается за 100 баллов). Плохо разложившийся торф характеризуется низким содержанием биогенных элементов, кислой средой и низким



**Рис. 4.** Зависимость отношения C/N от запасов углерода в почве:  $C/N = 0.0045 C\%^2 - 0.2271 C\% + 19.2$ , коэффициент детерминации  $R^2 0.45$ .

**Таблица 2.** Оценка обеспечивающей функции по относительной шкале

Надземная травянистая продукция	Высокопродуктивные низинные травяные болота	Естественное низинное болото	Агроландшафт на месте осушенного болота	Заброшенный постмелиорированный торфяник
т/га	21.2	3.0	10.0	3.7
Значение по относительной шкале	100	26	72	32

**Таблица 3.** Содержание С и N в органических горизонтах торфяных почв

№ точки	Почвенный горизонт, см	N%	C%	C/N	№ точки	Почвенный горизонт, см	N%	C%	C/N
<i>Осушенные торфяные почвы</i>									
1	A <sub>t</sub> 0–5	2.00	28.1	16.4	15	A <sub>t1</sub> 16–18	3.50	48.2	16.1
2	A <sub>t</sub> 3–21	1.76	29.6	19.7		A <sub>t2</sub> 18–30	2.93	55.8	22.2
3	A <sub>t</sub> A <sub>1</sub> 4–19	0.68	9.1	15.6	16	A <sub>t1</sub> 12–18	2.85	39.4	16.1
4	A <sub>t1</sub> 1–13	3.56	56.3	18.4		A <sub>t2</sub> 18–30	3.77	55.7	17.2
	A <sub>t2</sub> 13–27	3.09	55.6	21.0	17	A <sub>t</sub> 10–28	0.34	4.5	15.3
5	A <sub>t1</sub> 3–35	3.28	52.6	18.7		A <sub>t11</sub> 40–45	2.80	36.4	15.2
	A <sub>t2</sub> 35–42	3.13	59.5	22.2	18	A <sub>t</sub> 5–20	2.79	41.7	17.4
6	A <sub>t1</sub> 1–23	3.20	53.4	19.4	19	A <sub>t</sub> 3–28	0.37	5.4	17.2
	A <sub>t2</sub> 23–29	3.44	58.1	19.7		A <sub>t11</sub> 28–32	0.69	10.9	18.5
7	A <sub>t</sub> 5–16	0.09	1.5	18.9	20	A <sub>t</sub> 5–18	0.67	11.1	19.5
8	A <sub>t1</sub> 5–33	3.09	49.8	18.8	21	A <sub>t</sub> 10–20	0.30	4.8	18.3
	A <sub>t2</sub> 33–37	3.23	60.5	21.9		A <sub>t11</sub> 20–27	0.44	7.3	19.1
9	A <sub>t1</sub> 6–36	3.24	50.5	18.2	22	A <sub>t</sub> 2–28	0.08	1.0	14.0
	A <sub>t2</sub> 36–45	2.82	46.3	19.2	23	A <sub>t</sub> A <sub>t</sub> 8–30	2.13	30.8	16.9
10	A <sub>t</sub> 7–26	0.70	10.7	17.9	50	A <sub>t</sub> 9–32	1.80	31.0	17.2
11	A <sub>t</sub> A <sub>1</sub> 3–26	2.49	40.6	19.0	51	A <sub>t</sub> A <sub>t</sub> 6–28	2.88	45.2	15.7
12	A <sub>t1</sub> 4–25	2.98	47.8	18.7		A <sub>t1</sub> 28–54	2.88	49.4	17.1
	A <sub>t2</sub> 30–35	2.90	62.5	25.2		A <sub>t2</sub> 54–85	2.53	49.2	19.5
13	A <sub>t1</sub> 7–25	3.55	53.0	17.4	3–2	A <sub>t1</sub> 10–15	2.37	39.0	16.4
	A <sub>t2</sub> 40–45	3.01	57.9	22.5		A <sub>t2</sub> 15–27	0.53	8.8	16.6
14	A <sub>t1</sub> 15–25	3.71	50.9	16.0	3–3	A <sub>t</sub> 7–13	1.12	17.8	15.9
	A <sub>t2</sub> 25–30	3.29	58.5	20.7		A <sub>t</sub> A <sub>t</sub> 13–18	0.36	6.1	16.8
24	A <sub>t1</sub> 15	3.14	53.9	20.0	3–4	A <sub>t</sub> 5–23	0.85	16.8	19.7
	A <sub>t2</sub> 20–25	2.44	54.7	26.1		A <sub>t</sub> A <sub>1</sub> 23–28	0.28	5.8	20.8
	A <sub>t3</sub> 45–60	1.94	31.9	19.2					
	A <sub>t1</sub> 60	2.63	55.8	24.8					
<i>Естественные фоновые торфяные почвы</i>									
25	A <sub>t1</sub> 15–20	2.88	57.3	23.2	27	A <sub>t2</sub> 30–37	3.42	52.5	17.9
	A <sub>t2</sub> 20–25	3.38	51.7	18.1	38	A <sub>t1</sub> 7–24	1.48	45.9	31.0
	A <sub>t3</sub> 30–42	2.85	48.4	19.8		A <sub>t2</sub> 24–32	1.94	33.3	17.1
26	A <sub>t1</sub> 6–15	2.16	28.4	15.3	39	A <sub>t</sub> 6–10	0.99	18.8	18.9
	A <sub>t2</sub> 20–25	1.59	21.5	15.8					

**Таблица 4.** Оценка поддерживающей функции по относительной шкале

Содержание углерода в верхнем горизонте торфяных почв	Оптимальное значение	Значение низкого плодородия почв	Естественное низинное болото	Агроландшафт на месте осушенного болота	Заброшенный постмелиоративный торфяник
Массовая доля	25.2%	0%; 62.5%	44.2%	30.1%	30.1%
Значение по относительной шкале	100	0	74	98	98

Таблица 5. Содержание основных элементов в поверхностных водах

Объекты отбора проб	Минерализация, мг/л	БПК	Na, мг/л	K, мг/л	Mg, мг/л	Ca, мг/л	Cl, мг/л	SO <sub>4</sub> , мг/л	HCO <sub>3</sub> , мг/л	Fe, мг/л	P, мг/л	NO <sub>3</sub> , мг/л	NH <sub>4</sub> , мг/л
Озеро Белое	106	0.3	6.5	3.2	7.4	22.5	8.9	7.1	58.0	0.1	0.004	1.18	0.10
Естественное низинное болото	41	90.2	2.1	1.2	1.9	12.3	3.6	3.1	24.4	2.0	0.031	0.82	0.74
Агроландшафт на месте осушенного болота	150	53.6	0.2	2.9	6.4	27.6	4.8	19.2	88.5	2.3	0.356	2.85	0.83
Заброшенный постмелиоративный торфяник	72	246.4	2.1	1.1	3.0	19.0	3.8	2.2	48.8	18.1	0.266	2.25	1.66
ПДК	500	15.0	200	50	40	180	350	500	200	0.3	0.05	45	1.5

плодородием. Максимальное содержание углерода в торфяных почвах изучаемой территории составляет 62.5% (табл. 3), это значение принимается как второй минимум относительной шкалы плодородия.

Данные наземных наблюдений были экстраполированы на всю площадь осушенного болотного массива для выявления среднего содержания углерода в корнеобитаемом горизонте почв. Максимальную связь с содержанием углерода показал влажностный индекс LWCI [23], полученный по сцене Landsat на 15/07/2010, отражающей состояние максимального иссушения территории. Методом прямой пошаговой регрессии было составлено уравнение, в которое вошли влажностный индекс LWCI и 5-я главная компонента [14], полученная по отражательной способности земли по серии залетов. Уравнение

описывает пространственную вариацию содержания углерода в почве со стандартной ошибкой измерений  $\pm 3.2\%$ ,  $S$ . Общая характеристика модели  $R^2 = 0.981$ ;  $F$ -критерий = 79.3; вероятность ошибки  $p = 0.00253$ . На основании моделирования получены средние значения содержания углерода в верхнем горизонте почв: для площади осушенных болот 30.1%, для площади фоновых болот – 44.2%.

Данных по содержанию углерода в почвенных горизонтах в период сельскохозяйственного использования территории, к сожалению, нет. Но принимая во внимание, что в период исследований 2010–2015 гг. поверхность почвы была хорошо задернена, а формирования нового торфа не зафиксировано, можно принять гипотезу, что состояние торфяных горизонтов сильно не изменилось в постмелиоративный период.

Таблица 6. Содержание основных элементов в пересчете на баллы по относительной шкале

Объекты отбора проб	Минерализация, мг/л	БПК	Na, мг/л	K, мг/л	Mg, мг/л	Ca, мг/л	Cl, мг/л	SO <sub>4</sub> , мг/л	HCO <sub>3</sub> , мг/л	Fe, мг/л	P, мг/л	NO <sub>3</sub> , мг/л	NH <sub>4</sub> , мг/л	Среднее
Озеро Белое	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	<b>100</b>
Естественное низинное болото	41	-52	54	61	45	79	65	68	66	-55	66	91	79	<b>47</b>
Агроландшафт на месте осушенного болота	95	-37	6	99	98	100	79	100	95	-59	-57	100	73	<b>53</b>
Заброшенный постмелиоративный торфяник	89	-80	54	57	65	98	67	52	97	-118	-48	100	-3	<b>33</b>
ПДК	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>

Таблица 7. Эстетическая привлекательность исследуемых объектов по относительной шкале

Эстетическая привлекательность	Озеро Белое	Естественное низинное болото	Агроландшафт на месте осушенного болота	Заброшенный посмелиорированный торфяник
Значение по шкале Кочурова-Бучацкой [7]	16	8	14	7
Значение по относительной шкале	100	75	98	68

Итак, функция поддержания почвенного плодородия усилилась при осушении и осталась на прежнем уровне при забрасывания земель (табл. 4).

**Оценка качества поверхностных вод (регулирующая функция).** Данные опробования вод и предельно допустимые концентрации веществ представлены в табл. 5. В качестве эталона качества воды предлагается использовать самое глубоководное озеро Мещерской низменности (56 м) – Белое – памятник природы Рязанской области с 1974 г.

Невысокое качество фоновых поверхностных вод территории несколько улучшилось в период осушения, что связано с обогащением ультрапресных вод микроэлементами и сокращением поступления в поверхностные воды органического вещества из верхних горизонтов почв. После забрасывания территории, ухудшения дренажа и подъема уровня грунтовых вод произошли разрушение кислородных геохимических барьеров и мобилизация фосфора и железа [1], что привело к 50–60-кратному соответственно превышению их допустимых уровней концентрации

в воде. Подъем уровня грунтовых вод способствовал промыву верхних горизонтов почв и интенсификации выноса органических веществ, увеличился дефицит кислорода в воде. В результате функция качества поверхностных вод значительно снизилась после забрасывания территории (табл. 6).

**Оценка эстетической привлекательности ландшафта (культурная функция).** В качестве регионального эталона эстетической привлекательности принят озерно-зандровый ландшафт, включающий озеро Белое, окруженное песчаными террасами, занятыми сосновыми лесами высокого бонитета и дачной застройкой середины XX в. Озеро Белое является памятником природы и значимым региональным туристско-рекреационным аттрактором. Из-за плохо выраженного рельефа и низкого биоразнообразия Мещерской низменности озеро Белое набрало только 16 баллов из возможных 30 по методике Кочурова-Бучацкой [7], а другие объекты были оценены еще ниже (табл. 7).

Естественные болота и зарастающие уголья теряют привлекательность из-за отсутствия пейзажных доминант, плохой просматриваемости,

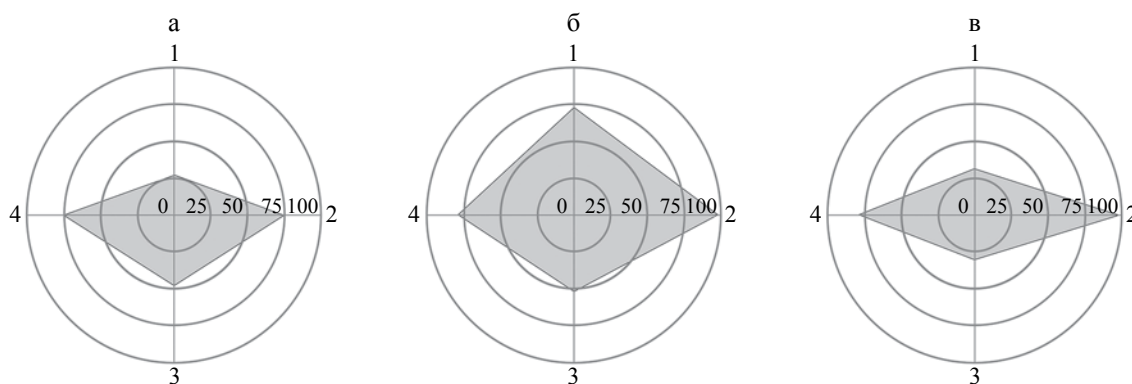


Рис. 5. Изменение ландшафтных функций низинного болота в результате осушения, освоения и последующего забрасывания в относительных единицах: а – Естественное низинное болото, б – Агроландшафт на осушенном болоте, в – Заброшенный посмелиорированный торфяник. Ландшафтные функции: Обеспечивающие: 1 – продуктивность экосистем; Поддерживающие: 2 – почвенное плодородие; Регулирующие: 3 – качество поверхностных вод; Культурные: 4 – эстетическая привлекательность.

**Таблица 8.** Оценка ландшафтных функций заброшенных осушенных угодий для разных видов хозяйственной деятельности

Тип природо-пользования	Ландшафтные функции	Оценка функции по относительной шкале	Весовой коэффициент	Оценка функции с учетом весового коэффициента	Средний балл
Сельское хозяйство	Биологическая продуктивность	32	0.4	12.8	55.6
	Поддержание почвенного плодородия	98	0.3	29.4	
	Регулирование качества поверхностных вод	33	0.2	6.6	
	Эстетическая привлекательность	68	0.1	6.8	
Рекреация	Биологическая продуктивность	32	0.2	6.4	53.3
	Поддержание почвенного плодородия	98	0.1	9.8	
	Регулирование качества поверхностных вод	33	0.3	9.9	
	Эстетическая привлекательность	68	0.4	27.2	
Охрана природы	Биологическая продуктивность	32	0.2	6.4	52.8
	Поддержание почвенного плодородия	98	0.2	19.6	
	Регулирование качества поверхностных вод	33	0.4	13.2	
	Эстетическая привлекательность	68	0.2	13.6	

одноплановости и труднодоступности. Заметно выигрывает в этом отношении пейзаж сельскохозяйственных угодий, для которого характерна многоплановость, сезонная красочность, специфический рисунок ландшафта, созданный чередованием ровных площадей сельскохозяйственных культур и мелиоративных каналов, занятых по берегам водной растительностью и рядами деревьев или кустарников.

Таким образом, наиболее эстетически привлекательным исследуемый ландшафт был в период его использования, после забрасывания его эстетическая ценность снизилась до значений ниже исходных.

**Итоговая оценка.** Суммарный балл по относительным шкалам составил 222 балла для естественных болот, 321 балл для осушенных культурных угодий и 231 – для заброшенных.

Оценка ландшафтных функций по индивидуальным относительным шкалам позволяет делать их более обоснованное сравнение (рис. 5). При относительном учете четырех выбранных функций итоговая картина принципиально не изменилась – использование выбранной территории в качестве культурных пастбищ и под посевы многолетних трав является наиболее оптимальным сценарием развития территории.

**Выработка рекомендаций для использования заброшенной территории.** При проведении оценки функций и услуг ландшафта остро стоит вопрос о том, кто будет целевым потребителем означенных благ – мировое сообщество, страна, регион или местная община. Часто интересы этих социальных групп конфликтуют между собой. Так, международное сообщество озабочено изменением климата и рассматривает обводнение и восстановление осушенных болот как механизм

регулирования баланса углерода. Депонирование углерода в этом контексте становится важной монетизируемой экосистемной услугой, которую следует учитывать в первую очередь. Для городских жителей региона водно-болотные угодья представляют интерес как рекреационный объект. Местным жителям наиболее важна биологическая продукция прилегающих территорий, которая является источником их благосостояния. Нередко обводнение осушенных торфяников воспринимается местным населением крайне негативно, так как залитые водой массивы выпадают из сферы их возможного использования и являются фактором переувлажнения прилегающих территорий.

В нашем случае для оценки ландшафтных функций взяты эталоны регионального уровня. Для решения проблем управления природными ресурсами на уровне страны или планеты в целом эталонами, безусловно, должны служить также геосистемы сопоставимого масштаба.

С другой стороны, оценка ландшафтных функций может быть проведена по отраслевому признаку. Каждая отрасль природопользования также избирательно относится к ландшафтным функциям. В связи с этим встает вопрос введения для них весовых коэффициентов. Если, например, для сельского хозяйства наиболее важной функцией является биологическая продуктивность, то ее значение должно входить в интегральную оценку территории с более высоким коэффициентом.

На исследуемой территории после ее включения в состав национального парка Мещерский разрешено ведение только 3-х видов деятельности — сельского хозяйства, рекреации и охраны природы. И каждый вид деятельности предъявляет свои требования к ландшафтным функциям. Мы придерживаемся концепции мультифункциональности ландшафта, в согласии с которой ценностью обладают все функции, поэтому отдельный весовой коэффициент может быть снижен, но не может равняться нулю.

Введем экспертным методом весовые коэффициенты для четырех рассмотренных функций с условием, что для каждого вида деятельности сумма коэффициентов будет равна единице (табл. 8). Оценка ландшафтных функций заброшенных угодий показывает, что на данный момент территория представляет наибольшую ценность для аграрного производства (средний балл 55.6) и наименее пригодна для природоохранных задач (52.8).

**Заключение.** Надо признать, что даже 38-летние наблюдения за ландшафтом не позволили получить картину изменения всех его функций. Но очевидно, что для решения прикладных задач мы не имеем возможности проводить многолетние стационарные исследования оцениваемого ландшафта. В связи с этим будущими актуальными направлениями ландшафтных исследований должны стать: новые экспресс-методы оценки ландшафтных функций, разработка региональных шкал оценки для всей территории России, обоснование отраслевых весовых коэффициентов ландшафтных функций.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Авессаломова И.А., Дьяконов К.Н., Савенко А.В., Харитонов Т.И.* Геохимическая трансформация постмелиорированных ландшафтов // *Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География.* 2014. № 2. С. 17–24.
2. *Авессаломова И.А., Микляева И.М.* Структурно-функциональные особенности лугов и болот в ландшафтах Центральной Мещеры // *Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География.* 1997. № 1. С. 43–48.
3. *Базилевич Н.И.* Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. М.: Наука, 1993. 293 с.
4. *Бугмырин С.В., Беспятова Л.А., Аниканова В.С., Иешко Е.П.* Численность личинок и нимф таежного клеща *Ixodes persulcatus* (Acari: ixodidae) у мелких млекопитающих на вырубках среднетаежной подзоны Карелии // *Паразитология.* 2009. Т. 43. Вып. 4. С. 338–346.
5. *Дьяконов К.Н., Абрамова Т.А.* Итоги палеоландшафтных исследований в Центральной Мещере // *Изв. РГО.* 1998. Т. 130. № 4. С. 10–21.
6. *Дьяконов К.Н., Аношко В.С.* Мелиоративная география. Учеб. для вузов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1995. 254 с.
7. *Кочуров Б.И., Буцацкая Н.В.* Эстетика ландшафтов: основные понятия, методы исследования // *Эколог. планирование и управление.* 2007. № 3 (4). С. 16–28.
8. *Люри Д.И., Горячкин С.В., Караваева Н.А.* Динамика сельскохозяйственных земель в России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв. М.: ГЕОС, 2010. 416 с.
9. *Маслов Б.С.* Гидрология торфяных болот: Учеб. пос. Томск: Изд-во Томского гос. пед. ун-та, 2008. 424 с.
10. *Маслов Б.С., Минаев И.В.* Мелиорация и охрана природы. М.: Россельхозиздат, 1985. 271 с.
11. *Мухин Г.Д.* Эколого-экономическая оценка трансформации сельскохозяйственных земель Европейской территории России // *Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География.* 2012. № 5. С. 19–27.

12. *Очагов Д.М.* Птицы и осушительная сельскохозяйственная мелиорация // Географ. проблемы осушительных мелиораций. М., 1990. С. 94–123.
13. *Пыленок П.И., Сидоров И.В.* Природоохранные мелиоративные режимы и технологии. М.: Россельхозакадемия, 2004. 323 с.
14. *Сорокина Н.П., Козлов Д.Н.* Опыт цифрового картографирования структуры почвенного покрова // Почвоведение. 2009. № 2. С. 198–210.
15. *Тишков А.А.* Биосферные функции и экосистемные услуги ландшафтов степной зоны России // Аридные экосистемы. 2010. Т. 16. № 41. С. 5–15.
16. *Харитонов Т.И.* Реакция продуктивности ландшафтов Мещеры на смену типов природопользования // Вест. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2013. № 5. С. 67–74.
17. *Харитонов Т.И.* Изменения экологических и социально-экономических функций постмелиорированных ландшафтов // Вопросы географии. Т. 138: Горизонты ландшафтоведения. М., 2014. С. 409–435.
18. *Andersen R., Francez A.-J., and Rochefort L.* The physicochemical and microbiological status of a restored bog in Quebec: Identification of relevant criteria to monitor success // Soil Biology and Biochemistry. 2006. № 38 (6). P. 1375–1387.
19. *Bastian O., Grunewald K., and Khoroshev A.V.* The significance of geosystem and landscape concepts for the assessment of ecosystem services: exemplified in a case study in Russia // Landscape Ecology. 2015. № 30 (7). P. 1145–1164.
20. *Cornell S.* Valuing ecosystem benefits in a dynamic world // Climate Research. 2010. № 45. P. 261–272.
21. *de Groot R.S., Wilson M.A., and Boumans R.M.J.* A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services // Ecological Economics. 2002. № 41. P. 393–408.
22. *Glenk K., Schaafsma M., Moxey A., Martin-Ortega J., and Hanley N.* A framework for valuing spatially targeted peatland restoration // Ecosystem Services. 2014. № 9. P. 20–33.
23. *Hunt E.R., Rock B.N., and Nobel P.S.* Measurement of leaf relative water content by infrared reflectance // Remote Sensing of Environment. 1987. № 22. P. 429–435.
24. *Jenkins W.A., Murray B.C., Kramer R.A., and Faulkner S.P.* Valuing ecosystem services from wetlands restoration in the Mississippi Alluvial Valley // Ecological Economics. 2010. № 69 (5). P. 1051–1061.
25. *Johansson L.J., Hall K., Prentice H.C., Ihse M., Reitalu T., Sykes M.T., and Kindström M.* Semi-natural grassland continuity, long-term land-use change and plant species richness in an agricultural landscape on Öland, Sweden // Landscape and Urban Planning. 2008. № 84 (3–4). P. 200–211.
26. *Kato K., Sakai S., and Takahashi T.* Factors maintaining species diversity in satoyama, a traditional agricultural landscape of Japan // Biological Conservation. 2009. № 142 (9). P. 1930–1936.
27. *Knieß A., Holsten B., Kluge W., and Trepel M.* Prediction of long-term changes in ecosystem functions of a peatland site with the semi-quantitative decision support system PMDSS // Geoderma. 2010. № 154 (3–4). P. 233–241.
28. *Kuhry P. and Vitt D.H.* Fossil carbon/nitrogen ratios as a measure of peat decomposition // Ecology. 1996. № 77 (1). P. 271–275.
29. *Laiho R.* Decomposition in peatlands: Reconciling seemingly contrasting results on the impacts of lowered water levels // Soil Biology & Biochemistry. 2006. № 38 (8). P. 2011–2024.
30. *Peatlands and Climate Change / Strack M. (Ed.)* International Peat Society. Jyväskylä, Finland, 2008. 223 p.
31. *Price J.S., Heathwaite A.L., and Baird A.J.* Hydrological processes in abandoned and restored peatlands: An overview of management approaches // Wetlands Ecology and Management. 2003. № 11. P. 65–83.
32. *Schuster B. and Diekmann M.* Changes in species density along the soil pH gradient – evidence from German plant communities // Folia Geobotanica. 2003. № 38. P. 367–379.

## REFERENCES

1. *Avessalomova I.A., Dyakonov K.N., Savenko A.V., Kharitonova T.I.* Geochemical transformation of post-ameliorative landscapes. *Vestn. Mosk. Univ., Ser. 5. Geogr.*, 2014, no. 2, pp. 17–24. (In Russ.).
2. *Avessalomova I.A., Mikliaeva I.M.* Structural-functional peculiarities of meadows and fens of Central Meschera landscapes. *Vestn. Mosk. Univ., Ser. 5. Geogr.*, 1997, no. 1, pp. 43–48. (In Russ.).
3. *Bazilevich N.I.* *Biologicheskaja produktivnost' ekosistem Severnoi Evrazii* [Biological Productivity of Ecosystems of Northern Eurasia]. Moscow: Nauka Publ., 1993. 293 p.
4. *Bugmyrin S.V., Bespyatova L.A., Anikanova V.S., Ieshko E.P.* Abundance of larvae and nymphs of the taiga tick *Ixodes persulcatus* (acari: ixodidae) on small mammals in the cut-over lands of the middle taiga subzone of Karelia. *Parazitologiya*, 2009, vol. 43, no. 4, pp. 338–346. (In Russ.).
5. *Diakonov K.N., Abramova T.A.* Results of paleoland-scape research in Central Meschera. *Izv. RGO*, 1998, vol. 130 (4), pp. 10–21. (In Russ.).
6. *Diakonov K.N., Anoshko V.S.* *Meliorativnaya geografiya* [Meliorative Geography]. Moscow: MSU Publ., 1995. 254 p.
7. *Kochurov B.I., Buchatskaya N.V.* Estimation of aesthetic potential of landscapes. *South of Russia: ecology, development*, 2007, no. 4, pp. 16–28. (In Russ.).

8. Lyuri D.I., Goryachkin S.V., Karavaeva N.A. *Dinamika sel'skoho zjaistvennykh zemel' v Rossii v HH veke i postagrogennoe vosstanovlenie rastitel'nosti i pochvy* [Dynamics of Agricultural Land in Russia in the XX century and Postagrogenic Recovery of Vegetation and Soils]. Moscow: GEOS Publ., 2010. 416 p.
9. Maslov B.S. *Gidrologija torfjanykh bolot*. [Hydrology of Peaty Bogs]. Tomsk: Tomsk State Pedagogical Univ. Press, 2008. 424 p.
10. Maslov B.S., Minaev I.V. *Melioratsiya i okhrana prirody* [Melioration and Nature Conservation]. Moscow: Rosselkhozizdat Publ., 1985. 271 p.
11. Mukhin G.D. Ecological-economic assessment of land use structure within the European territory of Russia during two recent decades. *Vestn. Mosk. Univ., Ser. 5. Geogr.*, 2012, no. 5, pp. 19–27. (In Russ.).
12. Ochagov D.M. Bird population and drainage. In: *Geograficheskie Problemy Osushitel'nykh Melioratsii* [Geographical problems of drainage melioration]. Moscow, 1990, pp. 94–123. (In Russ.).
13. Pylenok P.I., Sidorov I.V. *Prirodoohrannye meliorativnye rezhimy i tehnologii* [Ecological Reclamation Regimes and Technologies]. Moscow: Rosselkhozakademia Publ., 2004. 323 p.
14. Sorokina N.P., Kozlov D.N. Experience in digital mapping of soil cover patterns. *Euras. Soil Sci.*, 2009, no 2, pp. 182–193. (In Russ.).
15. Tishkov A.A. Biosphere functions and ecosystem services of landscapes within the steppe zone of Russia. *Arid Ecosystems*, 2010, vol. 16, no. 41, pp. 5–15. (In Russ.).
16. Kharitonova T.I. Response of the productivity of Meschera landscapes to the changes in nature management types. *Vestn. Mosk. Univ., Ser. 5. Geogr.*, 2013, no. 5, pp. 67–74 (In Russ.).
17. Kharitonova T. The change in socioeconomic functions of postmeliorated landscapes. *Problems of Geography*, 2014, vol. 138, pp. 409–435. (In Russ.).
18. Andersen R., Francez A.-J., Rochefort L. The physico-chemical and microbiological status of a restored bog in Quebec: Identification of relevant criteria to monitor success. *Soil Biology and Biochemistry*, 2006, 38 (6), pp. 1375–1387.
19. Bastian O., Grunewald K., Khoroshev A.V. The significance of geosystem and landscape concepts for the assessment of ecosystem services: exemplified in a case study in Russia. *Landscape Ecology*, 2015, vol. 30 (7), pp. 1145–1164.
20. Cornell S. Valuing ecosystem benefits in a dynamic world. *Climate Research*, 2010, no. 45, pp. 261–272.
21. de Groot R.S., Wilson M.A. and Boumans R.M.J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 2002, no. 41, pp. 393–408.
22. Glenk K., Schaafsma M., Moxey A., Martin-Ortega J., Hanley N. A framework for valuing spatially targeted peatland restoration. *Ecosystem Services*, 2014, no. 9, pp. 20–33.
23. de Groot R.S., Wilson M.A. and Boumans R.M.J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 2002, no.41, p. 393–408.
24. Jenkins W.A., Murray B.C., Kramer R.A., Faulkner S.P. Valuing ecosystem services from wetlands restoration in the Mississippi Alluvial Valley. *Ecological Economics*, 2010, vol. 69, no. 5, pp. 1051–1061.
25. Johansson L.J., Hall K., Prentice H.C., Ihse M., Reitalu T., et al. Semi-natural grassland continuity, long-term land-use change and plant species richness in an agricultural landscape on Öland, Sweden. *Landscape and Urban Planning*, 2008, vol. 84 (3–4), pp. 200–211.
26. Katoh K., Sakai S., Takahashi T. Factors maintaining species diversity in satoyama, a traditional agricultural landscape of Japan. *Biological Conservation*, 2009, vol. 142 (9), pp. 1930–1936.
27. Knieß A., Holsten B., Kluge W., Trepel M. Prediction of long-term changes in ecosystem functions of a peatland site with the semi-quantitative decision support system PMDSS. *Geoderma*, 2010, vol. 154 (3–4), pp. 233–241.
28. Kuhry P., Vitt D.H. Fossil carbon/nitrogen ratios as a measure of peat decomposition. *Ecology*, 1996, vol. 77 (1), pp. 271–275.
29. Laiho R. Decomposition in peatlands: Reconciling seemingly contrasting results on the impacts of lowered water levels. *Soil Biology & Biochemistry*, 2006, vol. 38 (8), pp. 2011–2024.
30. *Peatlands and Climate Change*. Strack M., Ed. International Peat Society, Jyväskylä, Finland, 2008. 223 p.
31. Price J.S., Heathwaite A.L., Baird A.J. Hydrological processes in abandoned and restored peatlands: An overview of management approaches. *Wetlands Ecology and Management*, 2003, no. 11, p. 65–83.
32. Schuster B., Diekmann M. Changes in species density along the soil pH gradient – evidence from German plant communities. *Folia Geobotanica*, 2003, no. 38, p. 367–379.