

УДК 630.261

## ФОРМИРОВАНИЕ ДРЕВОСТОЕВ НА ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНЫХ БОЛОТАХ СЕВЕРО-ВОСТОКА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

© 2023 г. А. Н. Уланов<sup>а, б, \*</sup>, А. В. Смирнова<sup>а, б</sup>, Н. А. Уланов<sup>а, б</sup><sup>а</sup>Вятский государственный агротехнологический университет, Октябрьский проспект, д. 133, Киров, 610017 Россия<sup>б</sup>Кировская лугоболотная опытная станция, п. Юбилейный, Оричевский район, Кировская область, 612097 Россия

\*E-mail: bolotoagro50@mail.ru

Поступила в редакцию 08.12.2021 г.

После доработки 04.05.2022 г.

Принята к публикации 18.10.2022 г.

Установлено, что направленное конструирование лесолуговых болотных агроландшафтов на месте выбывших из-под промышленной торфодобычи территорий – наиболее перспективный и экологичный путь восстановления биосферных функций нарушенных болотных экосистем. Особая роль в экологическом каркасе формирующегося агроландшафта принадлежит лесным культурам. Многолетние исследования показывают, что основу будущих культурных древостоев составляют сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) и береза повислая (*Betula pendula*). При искусственном залесении наилучший результат получен на дегроторфоземах остаточно-оглеенных, где слой торфа не превышает 20–30 см, а норма осушения – 80–100 см. Наиболее оптимальные условия развития всех древесно-кустарниковых видов отмечены возле открытых мелиоративных каналов. В этом случае лесопосадки обустраиваются в виде полезащитных лесополос шириной 10–15 м. Естественное залесение как альтернативный вариант возможен, но отличается более замедленной динамикой и незначительным приростом запасов товарной древесины. Процесс самовосстановления также в значительной мере зависит от степени сработки остаточной залежи и степени ее обводненности. В структуре постболотного лесолугового ландшафта доля леса должна составлять не менее 20–30%.

*Ключевые слова:* выработанные торфяники, лесолуговой ландшафт, древесная культура, лесополоса, мелиоративный канал, экологический каркас, слой торфа, норма осушения.

DOI: 10.31857/S0024114823040137, EDN: XXGQSA

Болотные экосистемы выполняют различные биосферные функции: геохимическую, водно-климаторегулирующую, газорегулирующую и др. Одна из них – аккумулярующая, при которой в процессе торфообразования происходит отложение и накопление огромного количества различных биогенных элементов и, прежде всего, углерода и азота. В 70–80-х годах прошлого столетия торфяной фонд России, Беларуси, Украины и других республик активно разрабатывался. Добытое сырье большей частью использовалось в качестве местного топлива либо для нужд сельского хозяйства. При осушении и последующей добыче торфа в результате окисления органического вещества торфа большинство этих элементов вновь возвращаются в атмосферу в виде так называемых парниковых газов (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S, N<sub>2</sub>O и др.). Это явление, по мнению некоторых специалистов (Каменова, 2018), может усугубить ситуацию по качеству приземного слоя воздуха. Снизить до экологического минимума выделение азот- и углеродсодержащих газов можно путем залужения выработанных земель либо их залесения. Однако, как показывает опыт и практика использования

этих антропогенно нарушенных природных объектов, наиболее рациональный путь – это создание на них лесолуговых средозащитных постболотных агроландшафтов, где в определенном соотношении чередуются кормовые и лесные фитоценозы. Лесные древостой размещаются либо в виде отдельных залесенных участков, мозаично перемежающихся с производственными полями, либо в форме лесных полос, расположенных на одной из сторон мелиоративных каналов.

Такие ландшафтно-структурные конструкции считаются наиболее комфортной средой обитания и для природопользователя, и для большинства представителей водно-болотной фауны и флоры. Лесная культура здесь рассматривается как один из ключевых элементов всего экологического каркаса ландшафта.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА

Основным объектом исследований служит типичный для северо-востока европейской части низинный торфомассив “Гадовское” общей площадью около 3000 га, расположенный в 30 км к

западу от г. Кирова. Начиная с 1936 г. по 1975 г. около 2000 га выработано послойно-фрезерным способом. По мере выхода из-под торфодобычи производственные участки после рекультивации и ремонта осушительной сети частями передавались под сельскохозяйственное производство для выращивания кормовых культур. Около 400 га выработок вновь вернулись в ведение гослесфонда под лесовосстановление. Таким образом, на момент оценочных действий сформировался оригинальный постболотный техногенный ландшафт, в структуре которого лесная культура искусственного и естественного происхождения вместе с сохранившимися окрайками составила более 30%. Вторичный древостой на большей части ландшафта имеет средний возраст 45–50 лет. На землях, переданных в сельскохозяйственное производство, он представлен в основном в форме 35–40-летних полезащитных лесополос шириной 5–20 м, размещенных по обе стороны мелиоративных каналов. На кормовых полях первой очереди освоения лесополосы образовались путем естественного зарастания, поэтому в их составе доминируют лиственные породы, на полях последней очереди освоения в древостое лесополос преобладает сосна обыкновенная, высаженная вручную.

Для наблюдения за древесными культурами были оборудованы мониторинговые площадки, отличающиеся мощностью остаточного слоя торфа, степенью его разложения, ботаническим составом, глубиной залегания грунтовых вод и сроком выхода из-под торфодобычи. Площадь делянки от 25 до 100 м<sup>2</sup>, повторность 4-кратная. Ежемесячно проводятся наблюдения за формированием фитомассы лиственных пород, длиной и плотностью иголок у хвойных, развитием корневой системы, степенью поражения грибами, лишайниками и вредителями. На основании вычисления плотности древостоя, замеров диаметра ствола, высоты деревьев с периодичностью 1 раз в 5 лет определяется динамика запасов общей и товарной древесины. В аналогичном режиме проводится полное описание всего фитоценоза: водорослей, лишайников, мхов, грибов, трав, кустарников и деревьев. Наблюдения за влиянием удобрений на формирование древостоя осуществлялись по восьмерной схеме: контроль, N, P, K, PK, NK, NP, NPK. Таксационная оценка древесной растительности проводилась по методике А.Ф. Тимофеева (Тимофеев, 1995).

*Цель исследований* – установить хозяйственно-экологическую и средообразующую роль вторичной лесной культуры в формировании лесолугового постболотного агроландшафта.

Задачи:

1. Изучить динамику искусственного и естественного залесения выработанных торфяников в зависимости от условий местообитания.

2. Выявить структуру и доминирующую культуру в зависимости от происхождения древостоя.

3. Определить запасы товарной древесины и оптимальные условия для их формирования.

4. Установить влияние удобрений на формирование древесной культуры.

5. Изучить влияние древесно-кустарниковой растительности на процессы окультуривания выработанной почвы.

6. Дать оценку вторичного древостоя как среды обитания постболотной флоры и фауны.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На формирование древостоя и его структуру в условиях выработанных торфяников оказывают влияние многие факторы: режим использования земель, степень их сработки, свойства торфа остаточной залежи, глубина залегания грунтовых вод, длительность освоения выбывших площадей и др. В соответствии с концепцией освоения, окультуривания и дальнейшего использования выработанных торфяников под сельское хозяйство отводятся наиболее оторфованные участки, где сохранилась значительная часть торфяной залежи. Опыт и практика показывают, что возделывание кормовых культур лишь тогда экономически оправдано, когда остается не менее 50–60 см торфа (Зверков, 1982). Наиболее активный период сельскохозяйственного использования, как правило, начинается после реконструкции осушительной сети, оставшейся после промышленной торфодобычи под нужды культурных растений, требующих более глубокого осушения. По классической технологии на открытой осушительной сети проводится регулярный профилактический уход и ремонт каналов. Один из элементов этой технологии – залужение откосов и периодическое их подкашивание. Это осуществимо, пока по обе стороны каналов и в самом русле не начинает развиваться кустарниково-древесная растительность. Сама приканавная полоса шириной 3–5 м при отчуждении кормовой фитомассы в целях предупреждения эрозии также не скашивается, отчего на этой территории достаточно быстро развивается обильный травяно-кустарниково-древесный фитоценоз.

Создание полезащитных лесных полос на всей территории, используемой под сельскохозяйственное производство, – одно из направлений концепции строительства комплексного использования постболотных ландшафтов. Здесь рассматриваются два основных направления происхождения лесных или компактных участков леса: естественное возобновление вторичных древостоев из местных (аборигенных) видов либо искусственная посадка специально выбранных видов, отличающихся наибольшими полезащитными

функциями и ресурсами товарной древесины. В первом случае, как уже было отмечено, на производственных кормовых полях в приканавной нескасываемой полосе идет формирование древостоя преимущественно из лиственных пород. В его структуре 70–80% занимает береза повислая, 10–15% составляют ива козья (*Salix caprea* L.) и осина (*Populus tremula* L.), 5–10% занимают черемуха обыкновенная (*Prunus padus*) и рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.). На отдельных участках происходит внедрение хвойных: сосны обыкновенной и ели обыкновенной (*Picea abies* (L.)) (до 1.5–2.0%). В лесополосах естественного происхождения обильно развивается травяно-кустарниковый ярус: малина (*Rubus idaeus* L.), шиповник собачий (*Rosa canina* L.), крушина ломкая (*Frangula alnus*), жимолость лесная (*Lonicera xylosteum* L.); из многолетних трав – пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.)), овсяница луговая (*Festuca pratensis*), вейник наземный (*Calamagrostis epigijos* (L.)). Из-за близости культур, под которые периодически вносятся подстильный навоз, в травяном ярусе очень велика доля (до 30–40%) однолетних и многолетних сорняков: крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.), лебеды раскидистой (*Atriplex patula* L.), мари белой (*Chenopodium album* L.), молочая остроуго (*Euphorbia esula* L.), осота полевого (*Sonchus arvensis* L.), бодяка разнолистного (*Cirsium heterophyllum* (L.)), пикульника обыкновенного (*Galeopsis tetrahit* L.), жабрицы порезниковой (*Seseli libanotis* (L.)) и др. Длина лесополос обычно соответствует длине каналов (около 1 км), ширина – от 3 до 10 м. Возраст доминирующего вида (березы) 40–50 лет, высота – 20–25 м. Расстояние между лесополосами – 200–230 м. С учетом преобладающих лиственных видов и относительно небольшой ширины по конфигурации, образовавшейся естественным путем, лесополосы можно отнести к ажурно-полупродуваемым. К господствующим потокам воздушных масс большинство из них расположены под углом 40–50 градусов. Несмотря на умеренную ширину полос и их высоту, сформировавшаяся полезащитная система достаточно эффективно справляется с возложенными на нее задачами. Наблюдения показывают, что в зимний период идет более равномерное распределение и накопление снежного покрова. Снижение скорости движения воздуха до 1–2 м/с способствует образованию рыхлого по сложению снежного покрова. В результате глубина промерзания почвы под 60–70-сантиметровым слоем такого снега в среднем по годам не превышает 10–15 см. Для сравнения: глубина промерзания аналогичной почвы на безлесных полях с плотным снежным покровом в 1.5–2.0 раза больше, при этом время полного схода снега здесь увеличивается на 5–7 дней. В летний период лесополосы на любом от них расстоянии в среднем на 2–3°C снижают интенсивность адвективно-радиационных заморозков. Сум-

ма положительных температур в течение вегетационного периода увеличивается на 150–200°C.

Отмеченная выше система лесополос образовалась на отработанных полях первой очереди освоения, находившихся в центральной части торфомассива “Гадовское” общей площадью 400 га. Начиная с 60-х гг. прошлого столетия, выходящие из-под торфодобычи производственные поля частями передавались под сельхозкультуру. В процессе использования практически одновременно с первыми кормовыми культурами в приканавной полосе стала образовываться сначала сорная, а затем и древесно-кустарниковая растительность, оформившаяся спустя 40–45 лет в полноразвитый полезащитный элемент ландшафта.

Некоторые специалисты мелиоративного ландшафтоведения при проведении подготовительных культуротехнических работ (осушение, уборка древесно-болотной растительности) допускают возможным сохранение возле проектируемых дорог и каналов аборигенной древесной растительности. В результате по окончании торфоуборочной кампании к моменту передачи выработок под сельское хозяйство сформировавшиеся за этот период лесные полосы также смогут стать достаточно развитым элементом экологического каркаса будущего постболотного агроландшафта.

Одна из особенностей старопахотных выработанных торфяников – крайне невыровненный рельеф, образовавшийся в результате неравномерной механической и биохимической сработки остаточного торфа, а также выход из строя значительной части осушительной сети. В результате на полях кормовых севооборотов один за другим появляются участки (вымочки) разной величины, на которых по причине переувлажнения машины и техника не могут осуществлять свои агротехнологические функции. Наблюдения показывают, что уже на 2–3-й год брошенные участки быстро зарастают лиственным мелколесьем, где, как и в лесополосах естественного происхождения, доминируют береза и ива. Таким образом, через несколько десятилетий бывшие поля фрезерной торфодобычи, используемые в сельскохозяйственном производстве, имеют вид опольного лесолугового ландшафта, где, как уже было отмечено, в определенной последовательности чередуются кормовые поля и участки вторичных лесов, которые вместе с лесополосами могут занимать в структуре кормовых севооборотов до 15–20%.

Северная часть выработок торфомассива “Гадовское” общей площадью 600 га отличается более поздним сроком освоения под сельскохозяйственную культуру. Для ускорения проявления средозащитных функций древесной культурой полезащитные лесные насаждения здесь были обустроены путем искусственной высадки саженцев-двухлеток сосны обыкновенной. Посадка

производилась в 4–5 рядов на одной из сторон мелиоративных каналов. Для ускорения приживаемости и дальнейшего роста саженцев выбиралась сторона, куда при откопке каналов размещался вынутый грунт. Наблюдения показывают, что минеральная подстилающая порода, перемешанная с остаточным торфом, является идеальной средой обитания для любых хвойных и лиственных видов, особенно если она представлена мергелизованными суглинками (Уланов, 2019).

Первые 10–15 лет в структуре древостоя лесополос преобладала культура сосны, затем в незначительном количестве стали внедряться и лиственные виды: береза, ива, осина, рябина, черемуха и др. К 2021 г. рукотворные лесополосы, будучи в 30–35-летнем возрасте, по запасам древостоя на единицу площади даже превосходили более раннюю лесную культуру естественного происхождения. Здесь следует отметить очень слабое развитие кустарниково-травяного яруса. Более чем на 70–80% в приземном ярусе преобладали гипновые мхи (*Polytrichum*) и лишайники, из трав – вейник тростниковидный (*Calamagrostis arundinacea* (L.)). Образующая кислая среда почвы способствует массовому развитию грибов из класса базидиомицетов.

В соответствии с российским законодательством (Земельный, Лесной и Водный кодексы РФ), более 70% болот расположены на землях лесного фонда, поэтому до осушения они находятся в зоне ответственности гослесхозов. По внутрихозяйственному плану этих ведомств часть вышедших из-под торфодобычи земель вновь возвращается прежнему владельцу под вторичные леса. На торфомассиве “Гадовское” площадь таких посадок около 600 га. Для сплошного залесения в качестве главной породы также была выбрана сосна обыкновенная. Посадка двухлеток вручную осуществлялась работниками местного лесничества в начале 70-х гг. прошлого столетия. В свое время Постановлением Совета Министров СССР от 2 июня 1976 г “О рекультивации выработанных торфяников” под сельское хозяйство предусматривалось оставлять не менее 50 см торфа, а под лесопосадки – 15–20 см. К сожалению, на практике эти нормативные установки применять не всегда представлялось возможным из-за крайне всхолмленного рельефа минерального болотного дна. На сравнительно небольшой территории величина слоя сохранившегося торфа варьирует от 0 до 1.5 м. В целом после окончания добычи торфа послойно-фрезерным способом наблюдается следующая ситуация. В середине карты торф чаще всего бывает изъят до минерального грунта, по краям валовых и картовых каналов остается узкая его полоска до глубины 70–90 см. Многолетние наблюдения показывают, что от величины остаточного торфа и его водно-физических свойств во многом зависит водный режим

почвенного профиля, что является одним из главных условий нормального функционирования большинства древесных культур. Так, в границах любого поля, независимо от размеров, влажность корнеобитаемого слоя варьирует от влажности завядания до полной (избыточной) влагоемкости (Уланов, 2019). При массовых (плановых) работах по залесению выработок эти нюансы не всегда учитываются. В результате, спустя 20–30 лет, а иногда и значительно раньше при таксационной оценке лесопосадок можно наблюдать огромные территории изначально не сформировавшегося либо впоследствии полностью погибшего древостоя, особенно если речь идет о сосновых посадках. В последнее время свою негативную лепту в лесное хозяйство вносят стремительно размножающиеся популяции бобра обыкновенного. Так, на торфомассиве “Гадовское” и практически на всех аналогичных объектах Кировской области искусственные посадки хвойных и лиственных пород, находящиеся в 30–50-летнем возрасте с запасами товарной древесины 500–700 м<sup>3</sup>/га<sup>-1</sup>, массово гибнут в результате деятельности бобров.

В табл. 1 представлены результаты оценки состояния древостоя сосны обыкновенной, высаженной в 1972–1976 гг. в южной части выработанного торфомассива “Гадовское”.

Из данных таблицы видно, что наибольшую динамику развития получил древостой на максимально сработанном умеренно осушенном участке, где уже на момент посадки растения попадали в достаточно благоприятную среду: высокозольный (зольность 30–50%) опесчаненный торфяной слой. При средней высоте 22 м и плотности более 4000 штук на 1 га общие запасы древостоя достигали 900 м<sup>3</sup>/га<sup>-1</sup>, при этом около 16% составляли погибшие и сухостойные деревья. Вероятнее всего, одна из причин такого количества погибших деревьев – это длительное отсутствие мероприятий по прореживанию и санитарным рубкам. Наблюдения за состоянием, количеством и размером некоторых элементов фитомассы также показали преимущество хорошо осушенной торфянисто-глеевой выработанной почвы. Так, общий вес и поверхность хвои на единицу площади сосны обыкновенной на этом участке были в 1.3–1.5 раза выше, по сравнению с остальными (Метелев, 2018). В целом по совокупности показателей данный древостой можно отнести к I классу бонитета. Необходимо отметить, что с 10–12-го гг. после посадки сосны в древостой стали активно внедряться береза, рябина, осина и другие лиственные породы, с 15–20-го гг. – ель обыкновенная. На момент описания древостой березы на отдельных участках по высоте и массе древесины на единицу площади она даже превосходила главную культуру. С увеличением слоя остаточного торфа до 80–100 см было отмечено более медлен-

**Таблица 1.** Состояние фитоценоза искусственного древостоя сосны обыкновенной в зависимости от условий местообитания, возраст 42–45 лет

Показатели	Слой остаточного торфа, см (УГВ 80–100 см)		Уровень грунтовых вод (УГВ), см (Слой торфа 70–100 см)	
	10–30	30–50	15–30	80–100
Высота, см	$\frac{22.3}{15.0-31.0}$	$\frac{19.6}{10.0-29.0}$	$\frac{9.5}{8.0-12.0}$	$\frac{15.2}{10.0-19.0}$
Диаметр на высоте 1.5 м, см	$\frac{18.5}{9.5-29.5}$	$\frac{16.7}{8.0-27.0}$	$\frac{6.5}{5.2-10.5}$	$\frac{13.7}{8.5-18.0}$
Общее количество на 1 га, шт	4000	3700	35	2800
В т.ч. сухой на 1 га, шт	1200	950	12	920
Общие запасы древесины, м <sup>3</sup> /га <sup>-1</sup>	958	649	0.3	480
В т.ч. сухой, м <sup>3</sup> /га <sup>-1</sup>	155	91	0.05	110
Внедрившийся подрост	<u>Ель</u> – 135 шт/га <sup>-1</sup> , высота 0.2–4.0 м; <u>Береза</u> – 110 шт/га <sup>-1</sup> , высота 0.4–2.5 м	<u>Ель</u> – 230 шт/га <sup>-1</sup> , высота 0.5–3.0 м; <u>Береза</u> – 300 шт/га <sup>-1</sup> , высота 0.4–2.8 м	<u>Ель</u> – 18 шт/га <sup>-1</sup> , высота 0.3–1.5 м; <u>Береза</u> – 23 шт/га <sup>-1</sup> , высота 0.7–3.5 м; <u>Ива</u> – 150 шт/га <sup>-1</sup> , высота 0.5–2.0 м	<u>Ель</u> – 25 шт/га <sup>-1</sup> , высота 0.4–2.0 м; <u>Береза</u> – 30 шт/га <sup>-1</sup> , высота 0.5–2.5 м; <u>Ива</u> – 110 шт/га <sup>-1</sup> , высота 0.4–2.5 м
Подлесок	<u>Рябина</u> – 230 шт/га <sup>-1</sup> , высота 0.7–4.5 м; <u>Жимолость лесная</u> – ед.	<u>Рябина</u> – 650 шт/га <sup>-1</sup> , высота 1.0–3.0 м	<u>Крушина</u> – 85 шт/га <sup>-1</sup> ; высота 0.7–1.5 м	<u>Черемуха</u> – 30 шт/га <sup>-1</sup> , высота 0.5–1.5 м; <u>Крушина</u> – 70 шт/га <sup>-1</sup> , высота 0.5–2.0 м
Травяно-моховой ярус	Мхи зеленые ( <i>Bryidae</i> ), лишайники, майник широколистный ( <i>Maiáanthemum dilatátum</i> ), кислица обыкновенная ( <i>Óxalis acetosélla</i> L.), папоротник ( <i>Thelypteris palustris</i> ), злаковые травы	Мхи зеленые, майник широколистный, папоротник – ед., мать-и-мачеха обыкновенная ( <i>Tussilágo fárfara</i> L.) – ед.	Осоки ( <i>Cyperáceae</i> ), хвощ полевой ( <i>Equisétum arvéense</i> L.), мхи белые ( <i>Sphagnopsida</i> ) и зеленые, баранец пильчатый ( <i>Hupérzia serráta</i> ), кладония ( <i>Cladonia</i> ), пушица влагалищная ( <i>Erióphorum vaginátum</i> L.), росянка круглолистная ( <i>Drósera rotundifólia</i> L.), почвенные водоросли	Мхи зеленые, кукушкин лен обыкновенный ( <i>Polýtrichum commúne</i> ), баранец пильчатый, кладония, пушица влагалищная, почвенные водоросли

Примечание. В числителе – средние значения, в знаменателе – диапазон значений.

ное развитие сосны даже при умеренном осушении. В этих условиях еще активнее и в больших количествах стали внедряться другие виды: береза, осина, рябина, ель. По основным показателям эти древостои также можно отнести к I классу бонитета.

Совершенно непригодную среду обитания создает неотрегулированный водный режим на фоне высокой оторфованности участков. Влажность

корнеобитаемого слоя здесь в течение всего года находится в пределах 80–90% от полной влагоемкости (ПВ), переходя в летний период в избыточную. В этих условиях саженцы с первых же лет жизни испытывают жесточайший дискомфорт и начинают массово отмирать. Наиболее угнетающее действие на корневую систему оказывают закисные соединения Al и Fe. Выжившие редкие экземпляры сосны обыкновенной, а также внед-

**Таблица 2.** Замеры высоты, толщины ствола и количества деревьев на различных агрофонах (площадь делянки 15 м<sup>2</sup>)

Вариант	Контроль			P <sub>100</sub> K <sub>120</sub>		
	I	II	III	I	II	III
Повторность						
Ель		<u>2.5</u> 2.0			<u>1.5</u> 1.0	<u>6.5</u> 5.5
Сосна			<u>8.5</u> <u>8.6</u> 5.0 <u>8.0</u>			
Береза	<u>27.0</u> <u>13.0</u> <u>18.0</u> <u>23.0</u> 26.0 7.0 13.0 14.0 <u>11.0</u> <u>14.5</u> <u>8.0</u> <u>7.5</u> 16.5 12.0 4.5 4.0 <u>22.5</u> <u>19.5</u> <u>11.5</u> <u>7.0</u> 12.0 12.0 7.5 3.0	<u>25.5</u> <u>26.0</u> <u>11.5</u> <u>9.5</u> 23.5 26.0 10.0 6.5 <u>14.0</u> <u>6.5</u> <u>20.0</u> <u>7.5</u> 12.0 3.0 16.0 3.0 <u>4.0</u> <u>7.0</u> <u>6.5</u> <u>26.0</u> <u>20.0</u> 2.5 3.5 3.0 20.0 17.0	8.5 > 12 штук 5.5	<u>22.0</u> 12.5 <u>9.0</u> 5.0	<u>16.0</u> 12.0 <u>7.5</u> 4.5	<u>26.0</u> <u>8.0</u> 21.0 4.0 <u>4.5</u> <u>6.0</u> 2.0 4.5
Ива				<u>9.0</u> 5.0		

Примечание. В числителе – высота, м; в знаменателе – диаметр на высоте груди, см.

рившиеся другие виды имеют весьма угнетенный вид. Так, при возрасте 35–40 лет средняя высота большинства видов не превышает 5–10 м, диаметр ствола – 5–10 см. О каких-либо значимых запасах древесины здесь не имеет смысла говорить. Наблюдения показывают, что корневая система на таких участках и у сосны, и у внедрившихся видов расположена не глубже 1–2 см (“тундровый эффект”). Аналогичную конфигурацию сосны можно наблюдать либо на целинных грядово-мочажинных верховых болотах, либо в мерзлотных условиях тундры. В зависимости от физических и водно-физических свойств профиля происходит и формирование травяного яруса. На хорошо осушенных мало оторфованных (торфянисто-глеевых) участках травяной покров на 80–90% состоит из зеленых мхов, майника широколистного, кислицы обыкновенной, папоротника и болотных видов злаковых трав. Далее, с увеличением слоя остаточного торфа, повышается доля мхов, а в условиях близкого к поверхности залегания грунтовых вод, приводящего к застою водному режиму, основными представителями фитомассы приземного яруса становятся почвенные водоросли, гипновые и сфагновые мхи, лишайники (кладония), росянка круглолистная, пушица влагалищная, осоки и хвоши.

Некоторые специалисты по лесной культуре отмечают высокую эффективность применения минеральных и известковых удобрений, которые могут увеличить прирост сосны в высоту в 1.5–2.0 раза (Тимофеев, Леснов, 1967; Тимофеев, 2003). Аналогичные наблюдения проводились нами, но при естественном зарастании деревьями бывших под лугом и впоследствии брошенных оторфованных (среднемощных) выработанных участков.

Характеристика участков следующая: остаточный торф мощностью 90–120 см, древесно-осоковый, зольность – 5–7%, степень разложения – 30–35%, объемная масса – 0.12–0.14 г/см<sup>3</sup>, полная влагоемкость – 600–700%. Удобрения в различных сочетаниях под многолетние травы вносились в течение 6 лет (1982–1988 гг.), затем на одной из половинок делянок (15 м<sup>2</sup>) внесение удобрений и скашивание травостоя было прекращено. В результате “брошенный” луг начал быстро покрываться кустарниково-древесной растительностью, в которой на долю березы приходилось 80–85%. Хвойные (сосна, ель) и другие лиственные (ива, осина, крушина, рябина и др.) присутствовали в единичных экземплярах.

На момент оценочных действий возраст берез составлял 33 года, возраст других видов, внедрившихся в более поздние сроки, не превышал 5–7 лет. В табл. 2 приведены результаты поштучных замеров основных видов древесных культур, функционирующих на контрольных и удобряемых в течение 6 лет делянках.

Из данных таблицы следует, что на развитие древостоя березы фосфорно-калийное удобрение, вносимое под многолетние травы как предварительная культура, практически не повлияло. Наоборот, на нулевом агрофоне был сформирован более продуктивный по высоте и биомассе древостой. Поэтому есть основание полагать, что береза и вообще лиственное мелколесье в условиях выработанных торфяников слабо реагируют на удобрительные подкормки в отличие от сосны обыкновенной.

При освоении выработанных торфяников под кормовые культуры уже на первых этапах придется преодолевать ряд отрицательных свойств

придонных остаточных слоев залежи: низкую биологическую активность, острый недостаток важнейших элементов питания, повышенное содержание закисных соединений Al, Fe, Mn и др. В этой связи следует отметить еще одну общеэкологическую функцию леса — почвокультуривающую. Исследования, проведенные на этом объекте учеными Казанского института биологии, показали, что лесопосадки, независимо от их конструкции, способствуют формированию почвенной биоты, активно участвующей в глубокой трансформации органического вещества торфа даже под многолетней луговой культурой. При лесовозобновлении образуется богатая и разнообразная почвенная фауна, близкая по своей структуре к естественным биогеоценозам (Алалыкина и др., 1980).

В процессе подготовительных к торфодобыче работ (осушение, сведение травянисто-болотной и кустарниково-древесной растительности) полностью уничтожается природная флора и среда обитания животных в болотных экосистемах. В результате интенсивного агротехнического воздействия на выработанную залежь место низкопродуктивной болотной растительности достаточно быстро занимают высокопродуктивные кормовые культуры (однолетние и многолетние травы, зерновые, овощные и др.). В отличие от этого, также быстро восстановить видовое разнообразие некогда изгнанной болотной и околоболотной фауны и привычную для нее среду обитания не представляется возможным. В этом отношении ведущая биосферная роль также отводится древесной культуре. Установлено, что на первых этапах освоения выработанных торфяников, когда они представляют собой абсолютно безлесную территорию, на прежнее местообитание возвращаются мелкие и самые неприхотливые представители постболотной фауны: утки (*Anatinae*), кулики (*Charadrii*), ондатра (*Ondatra zibethicus*), водяная крыса (*Arvicola amphibius*), почвенные млекопитающие. Подавляющее большинство из них поселяется в водную среду, образующую сеть мелиоративных каналов. Далее, по мере формирования кормовых агробиоценозов, на участках, где размещены многолетние семенные травостой, поселяются вальдшнепы (*Scolopax rusticola*), бекасы (*Gallinago gallinago*), чибисы (*Vanellus vanellus*), тетерева (*Lyrurus*), рябчики (*Tetrastes bonasia*), зайцы (*Lepus*) и др. Еще позднее, по мере образования лесорастительного комплекса, происходит активное заселение кормовых севооборотов лосем (*Alces*), кабаном (*Sus scrofa*), лисицей (*Vulpes vulpes*), енотовидной собакой (*Nyctereutes procyonoides*), барсуком (*Meles meles*) и др. (Метелев, 2008). Как показывают наблюдения, наиболее привлекательной средой обитания для большинства птиц и животных являются поля с высокостебельными кормовыми культурами (подсолнечником однолетним (*Helianthus ánnuus* L.), топинамбуром (*Helian-*

*thus tuberosus* L.), кукурузой сахарной (*Zéa máys* L.)) и многолетними семенными травостоями злаковых трав, по границам которых возле мелиоративных каналов размещены многоярусные лесополосы или, что еще лучше, участки смешанного леса.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. В условиях северо-востока Нечерноземной зоны РФ выше отмеченная мозаика из взаимно чередующихся в определенной последовательности кормовых полей и залесенных участков считается в прикладном ландшафтоведении наиболее приемлемой при восстановлении биосферных функций нарушенных болотных экосистем. Ведущая роль в формировании экологического и средообразующего каркаса этих постболотных лесолуговых агроландшафтов принадлежит вторичным лесным комплексам независимо от их происхождения.

2. С учетом всей древесной растительности естественного и искусственного происхождения доля лесопокрытой площади в современной конструкции агроландшафта “Гадовское” составляет около 30%.

3. При искусственном сплошном залесении любыми культурами предпочтение следует отдавать хорошо осушенным остаточным оглееным дегроторфоземам, где слой торфа не превышает 20–30 см. Древесную культуру в форме лесных полос лучше размещать вдоль мелиоративных каналов, на одной из сторон, где торф перемешан с извлеченной при их копке минеральной материнской породой.

4. Лес и луг, их соотношение — эти два ключевых элемента полностью определяют экологическую устойчивость и общую продуктивность современного и будущего постболотного ландшафта.

5. С учетом возвращающейся охотничье-промысловой фауны, кормовых, лесных, грибных, ягодно-лекарственных и прочих растительных и животных ресурсов общая биологическая продуктивность сконструированных таким образом агроландшафтов может увеличиться в 1.5–2.0 раза.

6. В не очень отдаленной перспективе, по мере сработки остаточной торфяной залежи, вторичная лесная культура из вспомогательной реально может стать основным средообразующим элементом качественно меняющегося ландшафта и полностью вытеснить кормовые растения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алалыкина Н.М., Артемьева Т.И., Борисович Т.М. и др. Почвенная фауна и биологическая активность осу-

шенных и рекультивируемых торфяников. М.: Наука, 1980. 171 с.

Водный кодекс Российской Федерации по состоянию на 25 октября 2021 г. + Сравнительная таблица изменений. М.: Проспект, 2021. 64 с.

Зверков Ю.В. Вторая жизнь торфяников. Киров, 1982. 80 с.

Земельный кодекс Российской Федерации. Текст с изменениями и дополнениями на 1 февраля 2022 г. М.: Эксмо, 2022. 192 с.

Каменова И.Е. Проект “Восстановление торфяных болот в России в целях предотвращения пожаров и смягчения изменения климата”: Опыт реализации и перспективы // Проблемы и перспективы устойчивого развития торфяного дела в России: Материалы международной конференции. Тверь: Триада, 2018. С. 59–64.

Лесной кодекс Российской Федерации. Текст с изменениями и дополнениями на 2023 г. М.: Эксмо, 2023. 144 с.

Метелев Н.Д. Анализ изменения среды обитания и ресурсов охотничьих животных на территории выработанного торфяного месторождения “Гадовское” // Рациональное использование торфяных месторождений. Сборник научных трудов к 90-летию Кировской ЛОС. Киров, 2008. С. 233–237.

Метелев Н.Д. Особенности выращивания сосны обыкновенной на выработанных торфяниках торфомассива “Гадовское” Оричевского района Кировской обла-

сти // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. Выпуск 18 (66). М., 2018. С. 205–210.

Постановление Совета Министров СССР от 2 июня 1976 г. № 407 “О рекультивации земель, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы при разработке месторождений полезных ископаемых и торфа, проведении геологоразведочных, строительных и других работ” // Свод законов СССР. М., 1991. Т. 4. С. 68–71.

Тимофеев А.Ф., Леснов П.А. Лесохозяйственное освоение земель после торфоразработок. М.: Лесная промышленность, 1967. 74 с.

Тимофеев А.Ф. Лесоводство: (Основы учения о лесе, его значении и использовании): В 3 ч. Киров: ВГСХА, 1995.

Тимофеев А.Ф. Комплексное освоение и интенсивное использование земель после торфоразработок // Освоение экосистем и рациональное природопользование на торфяных почвах: Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию основания ГУП Кировская лугоболотная опытная станция. Киров: Вятка, 2003. С. 169–171.

Уланов Н.А. Агроэкологическая оценка старопашотных выработанных торфяников и эффективность регулирования их водного режима в условиях Северо-Восточка Европейской части РФ: автореферат диссертации к. с.-х. наук: 06.01.03. Киров, 2019. 22 с.

## Forest Stands Formation on Exhausted Peat Bogs in the North-East of the European Part of Russia

A. N. Ulanov<sup>1, 2, \*</sup>, A. V. Smirnova<sup>1, 2</sup>, and N. A. Ulanov<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>Vyatka State University of Agrotechnology, Oktyabrsky ave., 133, Kirov, 610017 Russia

<sup>2</sup>Kirov Meadow and Swamp Experimental Station, Yubileyny settl., Orichesky district, Kirov Region, 612097 Russia

\*E-mail: bolotoagro50@mail.ru

It has been established that the directed construction of forest-meadow-bog agricultural landscapes in the place of territories that have been abandoned from industrial peat extraction is the most promising and environmentally friendly way to restore the biospheric functions of disturbed bog ecosystems. A special role in the ecological framework of the emerging agricultural landscape belongs to forest cultures. Long-term studies show that Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and silver birch (*Betula pendula*) form the basis of future cultivated forest stands. With artificial reforestation, the best result was obtained on residual gley-degraded peat soils, where the peat layer does not exceed 20–30 cm, and the drainage rate is 80–100 cm. The most optimal conditions for the development of all the tree and shrub species were found to be near open reclamation canals. In this case, forest plantations are arranged in the form of shelterbelts 10–15 m wide. Natural reforestation as an alternative is possible, but it is characterized by slower dynamics and only a slight increase in commercial timber stocks. The process of self-recovery also largely depends on the degree of depletion of the residual deposit and the degree of its water content. In the structure of the post-bog forest-meadow landscape, the share of forest should be at least 20–30%.

**Keywords:** depleted peatlands, forest-meadow landscape, tree crop, shelterbelt, reclamation canal, ecological framework, peat layer, drainage rate.

### REFERENCES

Alalykina N.M., Artem'eva T.I., Borisovich T.M., et al., *Pochvennaya fauna i biologicheskaya aktivnost' osushennykh i rekultiviruemyykh torfyanikov* (Soil fauna and biological ac-

tivity of drained and recultivated peatlands), Moscow: Nauka, 1980, 171 p

Kamenova I.E., Proekt “Vosstanovlenie torfyanykh bolot v Rossii v tselyakh predotvrashcheniya pozharov i smyagcheniya izmeneniya klimata”: Opyt realizatsii i perspektivy



(Project on restoring peatlands in Russia for fire prevention and climate change mitigation: experiences, prospects and lessons learnt), *Sustainable Development of the Peat Industry in Russia: Problems and Prospects*, Tver, Proc. of International Conf., 17–19 September, 2018, Tver: Triada, 2018, pp. 59–64.

*Lesnoi kodeks Rossiiskoi Federatsii* (Forest Code of the Russian Federation.), Moscow: Eksmo, 2023, 144 p.

Metelev N.D., Analiz izmeneniya sredy obitaniya i resursov okhotnich'ikh zhivotnykh na territorii vyrabotannogo torfyanogo mestorozhdeniya "Gadovskoe" (Analysis of changes in the habitat and resources of game animals on the territory of the depleted peat deposit "Gadovskoye"), *Ratsional'noe ispol'zovanie torfyanykh mestorozhdenii* (Rational use of peat deposits), Kirov, Collection of scientific papers for the 90th anniversary of the Kirov meadow-swamp experimental station, pp. 233–237.

Metelev N.D., Osobennosti vyrashchivaniya sosny obyknovnoy na vyrabotannykh torfyanikakh torfomassiva "Gadovskoe" Oricheskogo raiona Kirovskoi oblasti (Features of cultivation of Scots pine of peatlands of peatmass "Gadovskoe" Orichesky district, Kirov region), In: *Mnogofunktsional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo* (Multifunctional adaptive forage production), Moscow, 2018, Vol. 18 (66), pp. 205–210.

*Svod zakonov SSSR* (Code of Laws of the USSR) Vol. 4, Moscow, 1991. pp. 68–71.

Timofeev A.F., Kompleksnoe osvoenie i intensivnoe ispol'zovanie zemel' posle torforazrabotok (Comprehensive development and intensive use of land after peat extraction), *Osvoenie ekosistem i ratsional'noe prirodopol'zo-*

*vanie na torfyanykh pochvakh* (Development of ecosystems and rational nature management on peat soils), Kirov, Proc. of the Intern. sci.-practical. conf., dedicated the 85th anniversary of the founding of the State Unitary Enterprise Kirov Meadow Swamp Experimental Station, Kirov: Vyatka, pp. 169–171.

Timofeev A.F., Lesnov P.A., *Lesokhozyaistvennoe osvoenie zemel' posle torforazrabotok* (Forestry land development after peat extraction), Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1967, 74 p.

Timofeev A.F., *Lesovodstvo: Osnovy ucheniya o lese, ego znachenii i ispol'zovanii* (Silviculture: Fundamentals of the doctrine of the forest, its meaning and use), In 3 parts, Kirov: VGSKhA, 1995.

Ulanov N.A., *Agroekologicheskaya otsenka staropakhotnykh vyrabotannykh torfyanikov i effektivnost' regulirovaniya ikh vodnogo rezhima v usloviyakh Severo-Vostoka Evropeiskoi chasti RF. Avtoref. diss. k. s.-kh. nauk* (Agroecological assessment of old-arable exhausted peatlands and the effectiveness of regulation of their water regime in the conditions of the North-East of the European part of the Russian Federation. Extended abstract of Candidate's agric. sci. thesis), Kirov, 2019, 22 p.

*Vodnyi kodeks Rossiiskoi Federatsii po sostoyaniyu na 25 oktyabrya 2021 goda* (Water Code of the Russian Federation as of October 25), Moscow: Prospekt, 2021, 64 p.

*Zemel'nyi kodeks Rossiiskoi Federatsii* (Land Code of the Russian Federation), Moscow: Eksmo, 2022, 192 p.

Zverkov Y.V., *Vtoraya zhizn' torfyanikov* (The second life of peatlands), Kirov: Volgo-Vyatskoe kn. izd-vo, 1982, 80 p.