

Д.А. Данилов, Д.А. Зайцев, А.А. Вайман, А.А. Иванов

**СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО КОМПЛЕКСА
ПОД СПЕЛЫМИ ДРЕВОСТОЯМИ СОСНЫ И ЕЛИ
НА ПОСТАГРОГЕННЫХ ЗЕМЛЯХ
ЮГО-ЗАПАДА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Введение. Исследование процессов, происходящих в ходе восстановления растительного покрова на постагрогенных землях, имеет как научный, так и практический интерес. Полученные новые знания о ходе формирования растительных сообществ на постагрогенных почвах различного происхождения позволят прогнозировать процессы, проходящие в данных экосистемах и принимать оптимальные решения для дальнейших действий. Актуальность исследований по данному направлению определяется тем, что оценка современных трендов развития процессов почвообразования в антропогенно-преобразованных почвах при зарастании их растительностью даст возможность прогнозировать изменение их свойств в течение длительного периода и предложит производству адаптированные к конкретным почвенно-климатическим условиям технологии освоения вынужденной залежи для каждого этапа их зарастания и элемента агроландшафта [Мелехов и др., 2011; Данилов и др., 2018]. Земли, которые вышли из-под сельскохозяйственного пользования, в большинстве своём имеют достаточно выровненный пахотный горизонт, в отличие от лесных земель, где мозаичность гумусового горизонта связана с рельефом и структурой растительности, а также размещением групп деревьев [Чертов, 1981; Люри и др., 2016]. На данных почвах кислотность меньше, чем на лесных, что даёт больше доступных питательных веществ для древесных пород [Данилов и др., 2019]. Долговременное использование земель под пашню может приводить к достаточно глубокому изменению экосистем, хотя не перекрывает возможность их восстановления после снятия антропогенной нагрузки за определенный период [Daugaviete et al., 2015]. Постагрогенные сукцессии на залежах могут идти в направлении формирования зональных типов экосистем по различным сукцессионным схемам, которые могут изменяться начальными состояниями залежей в момент их вывода и их последующим антропогенным использованием [Люри и др., 2010; Голубева,

Наквасина, 2017]. Однако период формирования древостоев различного породного состава может различаться в зависимости от площади участка восстановления и источника семян в виде стены леса [Данилов и др., 2016]. Недостаток сведений и разобщённость данных о ходе лесообразовательного процесса на бывших сельскохозяйственных угодьях и трансформации почвенного комплекса не позволяют сформировать научно-обоснованную систему мероприятий для рационального ведения хозяйства на данных площадях [Von Braun, Mirzabaev, 2016; Данилов и др., 2016].

В связи с этим особый интерес представляют собой спелые хвойные насаждения, сформировавшиеся на бывших пахотных почвах. Интенсивный рост в высоту и по диаметру позволяет соснякам, произрастающим на залежных землях в южной подзоне тайги, в возрасте 30–60 лет формировать высокие запасы древостоев – от 260 до 500 м³/га [Danilov et al., 2018]. В условиях Ленинградской области на бывших старопахотных землях также формируются высокопроизводительные еловые насаждения [Волкова, Исаченко, 2018]. В работах С.Н. Сеннова отмечалось, что в Карташевском лесничестве Гатчинского района хвойные насаждения, сформировавшиеся на таких землях, имеют запас в 1,5–2 раза выше, чем аналогичные древостои на лесных землях [Сеннов, 1984]. Показательным примером служат ельники кисличники Карташевского лесничества бывшего Сиверского лесхоза, которые возникли на старопахотных землях в результате сукцессии и сменили берёзу. В настоящее время они имеют производительность (800–900 м³) превышающую производительность коренных естественных ельников в 1,5–2 раза. На карбонатных почвах Волосовского района Алятиным М.В. были исследованы приспевающие еловые древостои на землях, вышедших из сельскохозяйственного пользования, которые также отличаются повышенной производительностью [Алятин, 2007]. Запас в таких насаждениях к возрасту 60 лет превышает запас спелых насаждений ели к возрасту 100 лет [Голубева, Наквасина, 2017].

Целью исследования является изучение состояния почвенного комплекса в таких насаждениях путем проведения сравнительного почвенного анализа и таксационных характеристик древостоя.

Методика исследования. Для сравнительного анализа было проведено исследование хвойных насаждений в Лужско-Оредежском и Ижорском ландшафтах в Гатчинском и Волосовском районах Ленинградской области на старопахотных почвах. Выбор обоснован тем, что на основании анализа состояния земельных ресурсов среди районов области они имеют

наибольшую площадь сельскохозяйственных угодий. Наибольшей сельскохозяйственной освоенностью территории характеризуются Волосовский район – 25,5% от общей территории, для Гатчинского района этот показатель составляет 18,6%. Территории этих районов характеризуются наиболее высоким агроклиматическим потенциалом по Ленинградской области.

Данные ландшафты являются контрастными по своему геологическому строению. Для Лужско-Оредежского ландшафта район сложен красными бескарбонатными девонскими песчаниками, сверху песчаников располагается красный, богатый железом, валунный суглинок [Исаченко и др., 1965]. Сельскохозяйственные земли приурочены к дерново-подзолистым почвам по гранулометрическому составу легкосуглинистым или суглинистым, а вблизи рек встречаются супесчаные и песчаные почвы. Доля таких почв от общей площади сельскохозяйственных земель составляет до 20%, и до 35% лесопокрытых земель в Лужско-Оредежском ландшафтном районе в целом.

Волосовский район, являющийся наиболее плодородным в Ленинградской области, занимает Центральную часть и южные склоны Ижорской возвышенности. Основные осадочные толщи почвы плато составляют ордовикские известняки подстилающиеся девонскими песчаниками, залегающими на кембрийских отложениях [Исаченко и др., 1965]. В связи с рельефом, хорошо подходящим для сельскохозяйственного использования, большая часть данных земель в прошлом подвергалась воздействию человека и на данный момент значительная их часть относится почвоведом к категории обедненных прежней интенсивной хозяйственной деятельностью [Люри и др., 2010].

Пробные площади на опытных участках в Ленинградской области закладывались по лесоводственно-таксационным методикам («ОСТ 56-69–83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки»), затем проводилась таксация древостоя для определения его характеристик [Мошкалев и др., 1984]. Всего было заложено два пробных участка в Гатчинском районе (59°19'58" с. ш. 30°10'06" в. д.) и два в Волосовском районе (59°23'37" с. ш. 29°14'48" в. д.). Почвенные полужамы закладывались по диагонали пробных участков. Для определения агрохимических показателей были отобраны образцы почвы по горизонтам почвенного профиля [Титова и др., 2011]. Смешанный почвенный образец составлялся из трех индивидуальных проб с каждого опытного участка. Агрохимический анализ почвы

производился по общепринятым методикам [Шеуджен и др., 2006]. Содержание гумуса (органического вещества) в почве определялось по методу И.В. Тюрина. Кислотность почвы (величина pH) определялась потенциометрическим методом. Определение подвижных форм фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O) производилось по методу А.Т. Кирсанова.

Результаты исследования. В условиях Оредежского плато в Лужско-Оредежском ландшафтном районе было проведено исследование смешанных древостоев с разной долей участия сосны (*Pinus sylvestris* L.) и ели (*Picea abies* [L.] Karst.) на бывшем агрозёме. В ходе экспедиционных исследований на основании картографического материала и натурных обследований нами были определены участки земель, ранее использовавшиеся под пашню. Исследуемый лесной массив произрастает на старопашотных землях, на что указывает бывший пахотный горизонт мощностью до 25 см под слоем сформировавшейся лесной почвы мощностью до 8–10 см. В пахотном горизонте встречаются угольки. Ниже бывшего пахотного горизонта расположен песчаный горизонт мощностью до 30 см, а далее красноцветный валунный суглинок. В данном лесном массиве на бывших межах обнаружены кучи валунов, что является ещё одним подтверждением длительности использования участка под пашню. Проведённый дендроанализ насаждений показал фактически одновозрастность ели и сосны (80–85 лет). По-видимому, прекращение сельхозпользования произошло в 30-е гг. прошлого века в период коллективизации. Анализ почвенных разрезов на опытных объектах показал чёткую взаимосвязь между преобладанием сосны или ели в зависимости от подстилающей породы. Древостой с преобладанием сосны приурочен к постагрогенной почве, подстилаемой супесчаной породой, а еловый дендроценоз произрастает на постагрогенной почве, сохранившей пахотный горизонт мощностью 20–30 см со следами оподзоливания, так как сверху образовался ярко выраженный слой лесной почвы мощностью до 10 см. Для соснового древостоя пахотный горизонт имеет меньшую мощность (15–20 см) и на нём менее выражен процесс оподзоливания – нет явных белёсых подтёков. Почвенный горизонт, образовавшийся за время роста соснового древостоя, имеет мощность 5–7 см. Условия произрастания данных древостоев соответствуют I^a классу бонитета для хвойных древостоев ели и сосны для региона исследования к данному возрасту. Сосновый элемент леса на постагрогенных почвах на всех опытных участках превосходит еловую часть древостоя по средним высотам и диаметрам. Отмечается незначительная представленность листвен-

ных пород – берёзы и осины в составе исследуемых насаждений. Значительный запас хвойной части насаждения – 524 м³ на опытных объектах можно наблюдать в древостоях с долей участия ели более 55% в составе древостоя, а сосны 38% (табл. 1). Однако максимальный запас 526 м³ по хвойному ярусу зафиксирован в древостое с долей участия сосны 50% и ели 48%. По-видимому, в этих условиях на старопахотных почвах данный состав насаждения, т. е. фактически равное участие ели и сосны, позволяет получить наибольший запас в древостое к возрасту спелого насаждения.

Таблица 1

Таксационные характеристики древостоев сосны и ели на постагрогенных землях в условиях Оредежского плато

Taxation characteristics of pine and spruce stands on post-agrogenic lands in the Oredega Plateau conditions

Порода	Состав, %	<i>A</i> , лет	<i>D</i> _{ср} , см	<i>H</i> _{ср} , м	<i>N</i> на 1 га	<i>M</i> , м ³
Преобладание ели						
Ель	55	80	27.1	27,2	405	309
Сосна	38	85	35.2	28,8	197	215
Осина	5	50	29.3	25,7	34	27
Берёза	2	60	18.0	21,6	54	14
Итого					690	565
Преобладание сосны						
Сосна	50	85	31.1	30.0	315	268
Ель	48	80	25.1	27.0	488	258
Осина	1	50	33.8	24.0	18	7
Берёза	1	60	24.6	28.0	9	4
Итого					830	534

С утяжелением гранулометрического состава двучленных по строению почв от супесчаных к лёгким суглинкам и увеличением содержания физической глины в генетических горизонтах увеличивается доля ели в составе насаждения. Проведённый агрохимический анализ по генетическим горизонтам на заложенных опытных участках показал различия в процессе

трансформации почвенного комплекса в зависимости от преобладания древесной породы и гранулометрического состава почвы. Анализ почвенного профиля исследуемых почв свидетельствует о том, что преобразования под древостоем охватывают всю постагрогенную толщу. Под древостоями с преобладанием сосны пахотный горизонт имеет плотность почвы $0,6-0,7 \text{ г/см}^3$, под насаждениями ели – $0,8-1,0 \text{ г/см}^3$, что характерно и для лесных почв аналогичного генезиса. В бывшей пахотной почве из-за увеличения содержания гумуса массовое соотношение углерода к азоту (C:N) под сосновыми насаждениями составляет $8,5-8,7$, а под еловыми $10,2-11,6$. В лесных почвах показатель C:N имеет диапазон от $6,5$ до $11,2$ [Чертов, 1981; Лукина, 2018]. Следует отметить, что старопахотный горизонт начинает дифференцироваться на гумусовый горизонт лесной почвы и горизонт ранее бывший пашней. Древесная растительность в зависимости от своего состава оказывает различное влияние на изменения строения верхней толщи почв бывшего пахотного горизонта. На участках старопахотных почв наблюдается увеличение показателя pH по почвенному профилю, что указывает на наличие карбонатных пород в подстилающих горизонтах. Под древостоями с преобладанием ели формируется более светлый гумусовый горизонт небольшой мощности лесной почвы, граница выражена затеками и языками, а элювиальный горизонт характеризуется более светлой окраской. Уровень pH почвы ниже на участках с преобладанием ели, что является в большей степени результатом действия на почву более кислого опада хвои, чем у сосны. Под древостоями с преобладанием сосны формируется более темный гумусовый горизонт; элювиальный горизонт также более темный, чем под насаждениями с преобладанием ели. В данных условиях древостой является средообразующим фактором, влияющим на почвенный комплекс бывших агрозёмов. В целом на исследуемых участках с древостоями ели и сосны в почвенном комплексе по мере увеличения показателя pH по генетическим горизонтам уменьшается количество подвижного фосфора (P_2O_5). Для подвижных форм калия (K_2O) наблюдается чёткая зависимость уменьшения его содержания по генетическим горизонтам вниз по профилю от подстилки к суглинистому подстилающему горизонту, где наблюдается некоторое увеличение его содержания. Отмечается различное содержание подвижных форм калия и фосфора по генетическим горизонтам под древостоями с разной долей участия пород. В насаждениях с преобладанием сосны $\text{P}_2\text{O}_5 = 14,0-0,4 \text{ мг/100 г}$, $\text{K}_2\text{O} = 18,74-9,52 \text{ мг/100 г}$. В насаждениях с большей долей ели количество подвижных форм меньше,

$P_2O_5 = 4,50-0,85$ мг/100 г, а $K_2O = 14,28-10,42$ мг/100 г – несколько выше. В отличие от ели, у которой поверхностная корневая система использует, в первую очередь, 20–30 см слоя почвы, сосна, имеющая стержневую корневую систему, использует более глубокие горизонты почвенного профиля. В бывшем пахотном горизонте уровень элементов также различен и зависит от состава насаждения. Под древостоями с преобладанием ели содержание подвижных форм калия и фосфора меньше, чем в насаждениях с преобладанием сосны.

В естественных биоценозах достигается замкнутый цикл биогенных элементов. По генетическим горизонтам можно наблюдать уменьшение содержания органического вещества вниз по профилю. Наибольший запас органического вещества в бывшем пахотном горизонте наблюдается на участках с преобладанием сосны – гумус 2,57–2,66%. В насаждениях с преобладанием ели содержание гумуса 1,75–1,97%. Для вновь образовавшегося горизонта лесной почвы в исследуемых древостоях данная направленность также сохраняется. Содержание органического вещества в подстилке и горизонте лесной почвы выше в древостоях сосны, чем ели. На постагрогенных почвах сохраняется профиль бывшей пашни, отличный по агрохимическим показателям от образуемого горизонта лесной почвы. Влияние хвойного древостоя как средообразующего фактора на почвы зависит от доли участия ели и сосны. Высокое содержание калия в постагрогенных почвах под лесом свидетельствует о способности почвы длительное время поддерживать уровень калия в равновесном состоянии. Постагрогенная почва по содержанию подвижных форм фосфора приближается к состоянию лесной почвы, что связано с его выносом и в большей мере древостоями с большей долей участия ели. Наибольшее подкисление всех горизонтов по почвенному профилю происходит в древостоях с преобладанием ели. Содержание органического вещества в пахотном горизонте меньше, чем в вновь образовавшемся горизонте лесной почвы. Возвращение бывших старопашотных почв в нативное состояние под сформировавшимся лесом на данной возрастной стадии залежи ещё не произошло.

Возобновившиеся хвойные древостои на старопашотных почвах в ландшафте Ижорской возвышенности приурочены к дренированным слабоволнистым равнинам на карбонатных коренных породах, перекрытых моренными карбонатными валунными суглинками. Данные местоположения наиболее характерны для ландшафтного района Ижорской возвышенности. Почвы формируются на морене, почти с самой поверхности насыщенной обломками карбонатных пород различного размера. На равнинах

на карбонатной морене под лесной и травянистой растительностью развиты дерново-карбонатные типичные, иногда дерново-карбонатные оподзоленные почвы. Они отличаются, за небольшим исключением, высокой щебенистостью. У них развит бывший пахотный гумусово-аккумулятивный горизонт мощностью 20–25 см с хорошо выраженной глыбистокомковатой или комковато-ореховатой структурой, вскипающий от раствора соляной кислоты (HCl). Ниже следует горизонт В(BC), насыщенный обломками известняка и доломита разных размеров и реже содержит мелкие валуны кристаллических пород. С глубины 20–30 см содержание скелетной фракции не менее 30%. Под лесными массивами мощность гумусово-аккумулятивного горизонта менее 15–20 см.

Обследованы участки спелых (90 лет) ельников I^a бонитету в Волосовском районе на старопахотных землях. Средние таксационные характеристики исследуемых древостоев с преобладанием ели выше, чем в насаждениях на старопахотных почвах в условиях Лужско-Оредежского ландшафта (табл. 1, 2). Совместное произрастание ели и сосны позволяет продуцировать больший объём древесины, чем с участием лиственных пород. Большие запасы древесины продуцируемой древесины связаны с почвенными условиями данного ландшафта.

Таблица 2

Таксационные характеристики древостоев сосны и ели на постагrogenных землях в условиях Ижорского плато

Taxation characteristics of pine and spruce stands on post-agrogenic lands in the Izhora Plateau conditions

Порода	Состав, %	<i>A</i> , лет	<i>D</i> _{ср} , см	<i>H</i> _{ср} , м	<i>N</i> на 1 га	<i>M</i> , м ³
Участие сосны						
Ель	88	85	48,1	34	780	633
Сосна	10	85	48,2	35	88	72
Осина	1	70	40,1	35	6	7
Берёза	1	70	40,2	34	7	7
Итого					881	719
Участие лиственных пород						
Ель	90	85	30,2	32	670	585
Осина	9	70	44,4	32	280	62
Берёза	1	70	40,2	30	38	3
Итого					988	650

Почвы под данными насаждениями, под подстилкой лесного опада мощностью 2–3 см, имеют явно выраженный бывший пахотный легкосуглинистый горизонт мощностью 20–25 см. Для бывшего пахотного горизонта на участке с преобладанием ели и сосны рН почвы составляет 6,4, содержание гумуса 7,78%; на участке с елью и осиной рН почвы составляет 6,8, содержание гумуса 8,62%. Высокая гумусированность почвы связана, вероятно, как с предыдущим хозяйственным воздействием в прошлый период развития почвы, так и спецификой процесса гумусообразования в условиях близкого залегания карбонатной почвообразующей породы. Таким образом, этот участок старопашотных земель под лесом относится по своему происхождению к легкосуглинистым дерновым или перегнойным карбонатным почвам. Почвы под данными древостоями средне обеспечены фосфорными соединениями (6,35 и 7,1 мг/100 г) и высоко обеспечены калийными соединениями (19,35 и 23,50 мг/100 г).

В отличие от почв на двучленных отложениях Лужско-Оредежского ландшафта здесь под древостоями с преобладанием ели и сосны пахотный горизонт имеет сходную плотность почвы ($0,90 \text{ г/см}^3$) и меньшую под насаждениями ели и осины ($0,87 \text{ г/см}^3$). В целом трофность бывшей пахотной почвы под древостоями с преобладанием ели выше, чем в условиях Лужско-Оредежского ландшафта. Определенную роль здесь сыграл антропогенный фактор, так как за период прекращения сельхозпользования пахотная почва, находясь под лесной растительностью, не могла не утратить признаки окультуренности. Однако то, что она имеет близкую к нейтральной реакцию, обусловлено не ее сельскохозяйственным прошлым, а карбонатностью почвообразующей породы. Это относится и к специфике процесса гумусообразования в условиях близкого залегания карбонатной почвообразующей породы, когда органическое вещество, связанное с кальцием, относительно накапливается вследствие низкой растворимости, медленной минерализации и слабой вертикальной миграции.

Выводы. Сформировавшиеся спелые древостои сосны и ели на бывших пахотных землях различаются по своим таксационным характеристикам, что связано с ландшафтными особенностями и их почвенными условиями произрастания. В целом продуктивность данных древостоев выше, чем на аналогах лесных почв региона исследования.

Признаки окультуренности почв под лесом сохраняются даже спустя продолжительный период времени и уровень почвенного плодородия выше, чем под древостоями на лесных землях. Агрохимическое состояние

бывших пахотных почв показало, что под насаждениями с разной долей участия сосны и ели в зависимости от почвенных разностей в двух контрастных ландшафтах не происходит их восстановление до нативного состояния лесных почв.

Библиографический список

Алятин М.В. Особенности происхождения, формирования и воспроизводства сложных ельников Ижорского (Силурийского) плато: дис. ... канд. с.-х. наук. СПб., 2007. 165 с.

Волкова Е.А., Исаченко Г.А. Еловые леса Ижорской возвышенности (Ленинградская область): типология и современное состояние // Растительность России. 2018. № 33. С. 41–52. DOI 10.31111/vegrus/2018.33.41

Голубева Л.В., Наквасина Е.Н. Трансформация постагрогенных земель на карбонатных отложениях: моногр. Архангельск, 2017. 152 с.

Данилов Д.А., Жигунов А.В., Красновидов А.Н., Рябинин Б.Н., Неверовский В.Ю., Шестакова Т.А., Шестаков В.И., Эндерс О.О. Выращивание древесных насаждений на постагрогенных землях. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. 130 с.

Данилов Д.А., Богданова Л.С., Мандрыкин С.С., Яковлев А.А., Сергеева А.С. Влияние плодородия почвы на естественное возобновление леса на старопашотных землях // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2019. Вып. 229. С. 145–163. DOI: 10.21266/2079-4304.2019.229.145-163

Данилов Д.А., Жигунов А.В., Рябинин Б.Н., Вайман А.А. Оценка состояния лесных и постагрогенных почв Ленинградской области и перспективы интенсивного лесовыращивания на этих территориях // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2018. Вып. 223. С. 47–63.

Исаченко А.Г., Дашкевич З.В., Карнаухова Е.В. Физико-географическое районирование северо-запада СССР. Л., 1965. 248 с.

Лукина Н.В. Аккумуляция углерода в лесных почвах и сукцессионный статус лесов. М., 2018. 232 с.

Люри Д.И., Горячкин С.В., Караваева Н.А., Денисенко Е.А., Нефедова Т.Г. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке постагрогенное восстановление растительности и почв. М.: ГЕОС, 2010. 416 с.

Мелехов В.И., Антонов А.М., Лохов Д.В. Лесоводственный потенциал неиспользуемых сельскохозяйственных угодий // Вестник Поморского университета. Серия: Естественные науки. 2011. № 3. С. 62–66.

Мошкалева А.Г., Давидов Г.М., Яновский Л.Н., Моисеев В.С., Столяров Д.П., Бурневский Ю.И. Лесотаксационный справочник по Северо-Западу СССР. Л.: ЛТА, 1984. 320 с.

Сеннов С.Н. Уход за лесом (экологические основы). М.: Лесн. пром-сть, 1984. 128 с.

Тимова В.И., Дабахова Е.В., Дабахов М.В. Агро- и биохимические методы исследования состояния экосистем: учеб. пособие для вузов. Н. Новгород: Изд-во ВВАГС, 2011. 170 с.

Чертов О.Г. Экология лесных земель (почвенно-экологическое исследование лесных местообитаний). Л.: Наука, 1981. 192 с.

Шеуджен А.Х., Куркаев В.Т., Котляров Н.С. Агрехимия: учеб/ пособие. Майкоп, 2006. 1075 с.

Danilov D., Belyaeva N., Janusz S. Structure of mature mixed pine-and-spruce stands on postagrogenic lands in Leningrad region, Russia // Research for Rural Development. 2018. Vol. 1. pp. 131–137. DOI: 10.22616/rrd.24.2018.020

Daugaviete M., Lazdina D., Bambe B., Bardule A., Bardulis A., Daugavietis U. Productivity of different tree species in plantations and agricultural soils and related environmental impacts // Baltic Forestry. 2015. Vol. 21(2). P. 349–358.

Von Braun J., Mirzabaev A. Land use change and economics of land degradation in the Baltic region // Baltic region. 2016. Vol. 8(3). P. 33–44. DOI: 10.5922/2079-8555-2016-3-3

Reference

Alyatin M.V. Specific features of the origin, formation and reproduction of complex spruce forests of the Izhora (Siluria) Plateau: PhD. in Agricultural Sciences. St. Petersburg., 2007. 165 p. (In Russ.)

Chertov O.G. Ecology of forest lands (soil-ecological study of forest habitats). Leningrad: Nauka, 1981. 192 p. (In Russ.)

Danilov D., Belyaeva N., Janusz S. Structure of mature mixed pine-and-spruce stands on postagrogenic lands in Leningrad region, Russia. *Research for Rural Development*, 2018, vol. 1, pp. 131–137. DOI: 10.22616/rrd.24.2018.020. (In Russ.)

Danilov D.A., Bogdanova L.S., Mandrykin S.S., Yakovlev A.A., Sergeyeva A.S. Influence of soil fertility on the natural restoration of forest on old agricultural lands. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehniceskoy Akademii*, 2019, iss. 229, pp. 145–163. DOI: 10.21266/2079-4304.2019.229.145-163. (In Russ.)

Danilov D.A., Zhigunov A.V., Krasnovidov A.N., Ryabinin B.N., Neverovskiy V.Y., Shestakova T.A., Shestakov V.I., Enders O.O. Cultivation of tree plantations on postagrogenic lands. St. Petersburg: Polytechnical University Publisher, 2016. 130 p. (In Russ.)

Danilov D.A., Zhigunov A.V., Ryabinin B.N., Vaiman A.A. Assessment of the condition of forest and postagrogenic soils of the Leningrad region and prospects of intensive forest growth in these areas. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehniceskoy Akademii*, 2018, iss. 223, pp. 47–63. (In Russ.)

Daugaviete M., Lazdina D., Bambe B., Bardule A., Bardulis A., Daugavietis U. Productivity of different tree species in plantations and agricultural soils and related environmental impacts. *Baltic Forestry*, 2015, vol. 21(2), pp. 349–358. (In Russ.)

Golubeva L.V., Nakvasina E.N. Transformation of post-agrogenic lands on carbonate sediments: a monograph. Arkhangelsk: Consulting Information and Advertising Agency LLC, 2017. 152 p. (In Russ.)

Isachenko A.G., Dashkevich Z.V., Karnaukhova E.V. Physical-geographical zoning of the North-West of the USSR. Leningrad, 1965. 248 p. (In Russ.)

Lukina N.V. Carbon accumulation in forest soils and the successional status of forests. M.: KMK Scientific Publishing House, 2018. 232 p. (In Russ.)

Luri D.I., Goryachkin S.V., Karavaeva N.A., Denisenko E.A., Nefedova T.G. Dynamics of agricultural lands in Russia in the XX century postagrogenic recovery of vegetation and soils. M.: GEOS, 2010. 416 p. (In Russ.)

Melekhov V.I., Antonov A.M., Lokhov D.V. Forestry potential of unused agricultural lands. *Bulletin of Pomorsky University. Series: Natural Sciences*, 2011, no. 3, pp. 62–66. (In Russ.)

Moshkalev A.G., Davidov G.M., Yanovsky L.N., Moiseev V.S., Stolyarov D.P., Burnevsky Y.I. Lesotaxation Handbook for the North-West of the USSR. Leningrad: Forestry Academy, 1984. 320 p. (In Russ.)

Senov S.N. Forest care (Environmental Basics). M.: Forest industry, 1984. 128 p. (In Russ.)

Sheudzhen A.Kh., Kurkaev V.T., Kotlyarov N.S. Agrochemistry: textbook. Maykop, 2006. 1075 p. (In Russ.)

Titova V.I., Dabakhova E.V., Dabakhov M.V. Agro- and biochemical methods of ecosystems research: textbook for universities. Nizhny Novgorod: VVAGS Publishing House, 2011. 170 p. (In Russ.)

Volkova E.A., Isachenko G.A. Spruce forests of Izhora upland (Leningrad Region): typology and current state. *Vegetation of Russia*, 2018, no. 33, pp. 41–52. DOI 10.31111/vegus/2018.33.41, (In Russ.)

Von Braun J., Mirzabaev A. Land use change and economics of land degradation in the Baltic region, *Baltic region*, 2016, vol. 8(3), pp. 33–44. DOI: 10.5922/2079-8555-2016-3-3

Материал поступил в редакцию 05.09.2022

Данилов Д.А., Зайцев Д.А., Иванов А.А., Вайман А.А. Состояние почвенного комплекса под спелыми древостоями сосны и ели на постагrogenных землях юго-запада Ленинградской области // *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*. 2022. Вып. 240. С. 84–98. DOI: 10.21266/2079-4304.2022.240.84–98

Земли, которые вышли из-под сельскохозяйственного пользования, в ходе восстановления растительных сообществ способствуют формированию древесных насаждений в зависимости от особенностей своего происхождения. Полученные новые знания об образовании растительных сообществ на таких землях позволят прогнозировать процессы, проходящие в данных экосистемах, и принимать оптимальные решения для дальнейших действий. На бывших старопашотных землях в условиях Ленинградской области проведена закладка пробных

площадей на опытных участках в контрастных ландшафтах – Лужско-Оредежском (Гатчинский район) и Ижорском (Волосовский район). Данные залежи к текущему времени покрыты хвойными древостоями, достигшими возраста спелости с разными долями сосны (*Pinus sylvestris* L.) и ели (*Picea abies* [L.] Karst.) в составе. Проведена таксация и определены агрохимические показатели по горизонтам почвенного профиля – содержание органического вещества, кислотность, подвижные формы фосфора и калия. Сформировавшиеся спелые древостои сосны и ели на бывших пахотных землях различаются по своим таксационным характеристикам, что связано с ландшафтными особенностями и их почвенными условиями произрастания. В целом продуктивность данных древостоев выше, чем на аналогах лесных почв региона исследования. Признаки окультуренности почв под лесом сохраняются даже спустя продолжительный период времени и уровень почвенного плодородия также выше, чем под древостоями на лесных землях. Агрохимическое состояние бывших пахотных почв показало, что под насаждениями с разной долей участия сосны и ели в зависимости от почвенных разностей в двух контрастных ландшафтах не происходит их восстановление до нативного состояния лесных почв.

Ключевые слова: смешанные древостои, залежные земли, ель обыкновенная, сосна обыкновенная, почвенный комплекс.

Danilov D.A., Zaytsev D.A., Ivanov A.A., Vaiman A.A. Condition of the soil complex under the mature stands of pine and spruce on post-agrogenic lands of the south-west of the Leningrad Region. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehniceskoi Akademii*, 2022, iss. 240, pp. 84–98 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2022.240.84-98

Land that has been taken out of agricultural use, during the restoration of plant communities, contributes to the formation of tree stands, depending on the characteristics of its origin. New knowledge about the formation of plant communities on such lands can allow to predict the processes taking place in these ecosystems and to make optimal decisions for further actions. Sample plots were laid in the former old-fallow lands in the Leningrad region in contrasting landscapes of Luzhsko-Oredezhsky (Gatchinsky district) and Izhora (Volosovsky district). These fallows are currently covered with coniferous stands of mature age with different proportions of pine (*Pinus sylvestris* L.) and spruce (*Picea abies* [L.] Karst). We carried out taxation and determined the agrochemical indicators of the soil profile horizons – the content of organic substance, acidity, mobile forms of phosphorus and potassium. Formed mature stands of pine and spruce on old arable land differ in their taxation characteristics, which is associated with landscape features and the soil conditions of their growth. In general, the productivity of these stands is higher than that of similar forest soils in the study region. Signs of soil cultivation under the forest remain even after a long period

of time and the level of soil productivity is also higher than under stands of forest land. The agrochemical condition of the former arable soils showed that under stands with different shares of pine and spruce depending on the soil differences in the two contrasting landscapes, they are not restored to the native state of forest soils.

Key words: mixed stands, fallow lands, norway spruce, scots pine, soil complex.

ДАНИЛОВ Дмитрий Александрович – профессор кафедры лесоводства Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, доктор сельскохозяйственных наук.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия;

ведущий научный сотрудник отдела агрохимии и агроландшафтов Ленинградского НИИСХ «Белогорка» – филиала ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля им. А.Г. Лорха».

188338, Институтская ул., д. 1, д. Белогорка, Гатчинский район, Ленинградская область, Россия.

ORCID: 0000-0002-7504-5743. E-mail: stown200@mail.ru

DANILOV Dmitry A. – DSc (Agriculture), Professor of Forestry Department of Federal State Educational Institution of St.Petersburg State Forest Technical University.

194021. Institutskiy per. 5. St. Petersburg. Russia;

principal researcher of Department of Agrochemistry and Agrolandscapes, Leningrad Research Agriculture Institute Branch of Russian Potato Research Centre.

188338. Institutskaya str. 1. Belogorka. Leningrad Region. Russia.

ORCID: 0000-0002-7504-5743. E-mail: stown200@mail.ru

ЗАЙЦЕВ Дмитрий Андреевич – научный сотрудник Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, кандидат сельскохозяйственных наук.

194021, Институтский пер., 5, г. Санкт-Петербург, Россия;

старший научный сотрудник отдела агрохимии и агроландшафтов Ленинградского НИИСХ «Белогорка» – филиала ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля им. А.Г. Лорха».

188338. Институтская ул. 1. д. Белогорка. Гатчинский район. Ленинградская область, Россия.

ORCID: 0000-0002-8704-6516. E-mail: disoks@gmail.com

ZAYTSEV Dmitriy A. – PhD (Agriculture), researcher of Federal State Educational Institution of St.Petersburg State Forest Technical University.

194021. Institutskiy per. 5. St. Petersburg. Russia;

senior researcher of Department of Agrochemistry and Agrolandscapes, Leningrad Research Agriculture Institute Branch of Russian Potato Research Centre. 188338. Institutskaya str. 1. Belogorka. Leningrad Region. Russia. ORCID: 0000-0002-8704-6516. E-mail: disoks@gmail.com

ИВАНОВ Алексей Алексеевич – младший научный сотрудник отдела агрохимии и агроландшафтов Ленинградского НИИСХ «Белогорка» – филиала ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля им. А.Г. Лорха». ORCID: 0000-0002-0379-9191.

188338, Институтская ул., 1, д. Белогорка, Гатчинский район, Ленинградская область, Россия. E-mail: iwanov.le2011@yandex.ru

IVANOV Aleksej A. – researcher of Department of Agrochemistry and Agrolandscapes, Leningrad Research Agriculture Institute Branch of Russian Potato Research Centre. ORCID: 0000-0002-0379-9191.

188338. Institutskaya str. 1. Belogorka. Leningrad Region. Russia. E-mail: iwanov.le2011@yandex.ru

ВАЙМАН Алексей Александрович – аспирант Ленинградского НИИСХ «Белогорка» – филиала ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля им. А.Г. Лорха».

188338, Институтская ул., д. 1, д. Белогорка, Гатчинский район, Ленинградская область, Россия. E-mail: 8563706@mail.ru

VAYMAN Aleksej A. – PhD student of Leningrad Research Agriculture Institute Branch of Russian Potato Research Centre.

188338. Institutskaya str. 1. Belogorka. Leningrad Region. Russia. E-mail: 8563706@mail.ru