

Научная статья

УДК 630*261:004.93

DOI: 10.37482/0536-1036-2023-5-27-41

ГИС-анализ влияния типа землепользования на современное разнообразие лесонасаждений в национальном парке «Кенозерский»

*А.В. Козыкин*¹, *науч. сопр.*; *ResearcherID: HNQ-5782-2023*,

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7182-953X>

Е.Н. Наквасина^{2✉}, *д-р с.-х. наук, проф.*; *ResearcherID: A-5165-2013*,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7360-3975>


¹Национальный парк «Кенозерский», наб. Северной Двины, д. 78, г. Архангельск, Россия, 163000; gryllus2007@gmail.com

²Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, наб. Северной Двины, д. 17, г. Архангельск, Россия, 163002; e.nakvasina@narfu.ru✉

Поступила в редакцию 01.04.22 / Одобрена после рецензирования 18.07.22 / Принята к печати 23.07.22

Аннотация. Проблема забрасывания сельскохозяйственных земель является общемировой. В лесной зоне трансформация залежей связана с облесением и формированием так называемых вторичных/производных лесов. Постагрогенные леса отражают сельскохозяйственную историю залежных участков, на которых запечатлены «немые» реалии времени и социального порядка их освоения. Тип предыдущего землепользования создает достаточно устойчивые факторы, которые в процессе естественного зарастивания слабо меняются под воздействием природных факторов и влияют на формирующиеся леса. На ключевом участке Кенозерского национального парка (среднетаежный лесной район), расположенного в Плесецком районе Архангельской области, проследили согласно межевым планам 1861 г. закономерности эволюции участков землепользования разных категорий при зарастании лесом. Оценили площади, породную и типологическую структуру современных лесов согласно лесоустройству 2014 г., выявили связь трансформации агроэкосистем в лесные системы с историей использования этих земель после межевания. По состоянию на год составления межевых планов более 1/2 территории ключевого участка было подвержено аграрному воздействию (пашни, перелого, сенокосы и т. п.). Спустя 160 лет сформировался лесной массив (97 % территории), в котором сохранилась часть сенокосов. В первую очередь лесами зарастали перелого и сенокосы (99 и 85 % соответственно). Пovyдельная характеристика таксационных описаний лесных насаждений показала, что на заброшенных пашнях, перелогах и сенокосах чаще (89,7; 81,0; 78,5 % соответственно) возникали сосняки черничные и кисличные. Все сформированные насаждения, отнесенные при лесоустройстве к соснякам черничным и кисличным, имеют достаточно высокую продуктивность (I–II классы бонитета) и смешанный состав. Леса более низкого бонитета (III и IV) учтены на перелогах при формировании черничного типа леса. В настоящее время примерно у 70 % указанных на межевом плане 1861 г. сосняков черничных и кисличных, сформированных на пашнях, в составе преобладает береза (более 3 ед.), примерно у 10 % – ольха серая; высока доля насаждений с превалированием осины. Пониженное плодородие почв на переложных участках обеспечило более устойчивое положение сосны в составе формирующихся древостоев (60 % насаждений с преобладанием сосны в составе).

© Козыкин А.В., Наквасина Е.Н., 2023

 Статья опубликована в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии CC BY 4.0

Характер состава древесных пород в насаждениях, сформированных на сенокосах, соответствует угодьям с высоким плодородием почв, что говорит об образовании сенокосных угодий на заброшенных пашенных землях. Исследования продемонстрировали значительную дифференциацию ландшафтов производных лесов, иногда скрытую за счет повсеместного разрастания основных лесообразующих пород и формирования лесных массивов по зональному типу. Внутриландшафтная дифференциация, связанная с историей сельскохозяйственного освоения, сохраняется более 100 лет и требует пристального изучения.

Ключевые слова: межевые планы, план лесонасаждений, залежи, категории земель, пашня, перелог, сенокос, тип леса, бонитет, состав древостоя, ГИС-анализ, геоинформационная система, Кенозерский парк

Благодарности: Исследование выполнено в рамках темы «Идентификация объектов подсечно-огневого и переложного ведения хозяйства на территории Кенозерского национального парка».

Для цитирования: Козыкин А.В., Наквасина Е.Н. ГИС-анализ влияния типа землепользования на современное разнообразие лесонасаждений в национальном парке «Кенозерский» // Изв. вузов. Лесн. журн. 2023. № 5. С. 27–41. <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2023-5-27-41>

Original article

GIS-analysis of the Influence of the Land Use Type on the Current Diversity of Forest Plantations in the Kenezersky National Park

*Alexander V. Kozykin*¹, Research Scientist; ResearcherID: [HNQ-5782-2023](https://orcid.org/0009-0002-7182-953X),

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7182-953X>

*Elena N. Nakvasina*²✉, Doctor of Agriculture, Prof.; ResercherID: [A-5165-2013](https://orcid.org/0000-0002-7360-3975),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7360-3975>

¹Kenezersky National Park, Researcher, Naberezhnaya Severnoy Dviny, 78, Arkhangelsk, 163000, Russian Federation; gryllus2007@gmail.com

²Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Naberezhnaya Severnoy Dviny, 17, Arkhangelsk, 163002, Russian Federation; e.nakvasina@narfu.ru✉

Received on April 1, 2023 / Approved after reviewing on July 5, 2023 / Accepted on July 10, 2023

Abstract. The problem of agricultural land abandonment is a worldwide problem. In the forest zone, the transformation of fallow lands is associated with afforestation and the formation of so-called secondary forest growths. Postagrogenic forests reflect the agricultural history of fallow areas, which imprint the "mute" realities of time and the social order of their development. The type of previous land use creates sufficiently stable factors, which in the process of natural overgrowth are weakly changed by natural factors and affect the emerging forests. In the key area of Kenezersky National Park (middle taiga forest region), located in the Plesetsk District of the Arkhangelsk region, we traced, according to the 1861 boundary plans, the regularities of evolution of land use areas of different categories during forest overgrowth. We assessed the area, tree species and typological structure of modern forests according to the 2014 forest inventory and traced the connection between the transformation of agro-ecosystems into forests and the history of the use of these lands after the land



survey. As of the year when the boundary plans were drawn up, more than half of the territory of the key site was under agrarian influence (arable land, perelogs, haymaking, etc.). After 160 years a forest massif was formed (97 % of the territory), in which a part of hayfields was preserved. First of all, perelogs and hayfields were overgrown with forests (99 and 85 %, respectively). The allocation characterization of taxation descriptions of forest stands showed that bilberry and oxalis type pine forests were formed more often (89,7; 81,0; 78.5 %, respectively) on abandoned arable lands, perelogs and hayfields. All formed stands, classified as bilberry and oxalis type pine forests during forest inventory, have rather high productivity (I–II quality classes) and mixed composition. Forests of lower quality classes (III and IV) were revealed in the formation of bilberry forest type. At present about 70 % of the bilberry and oxalis type pine forests on the 1861 boundary plan, formed on arable land, are dominated by birch (more than 3 units), about 10 % – by gray alder; the share of stands dominated by aspen is high. Reduced soil fertility on swidden plots ensured a more stable position of pine in the composition of emerging stands (60 % of pine-dominated stands). The character of tree species composition in stands formed on hayfields corresponds to lands with high soil fertility, which indicates the formation of hayfields on abandoned arable land. The studies have demonstrated significant differentiation of derived forest landscapes, sometimes hidden due to the widespread growth of the main forest-forming species and the formation of zonal-type forests. Intralandscape differentiation associated with the history of agricultural development has been preserved for more than 100 years and requires close study.

Keywords: boundary plans, plantation plan, fallow lands, land categories, arable land, perelog, haymaking, forest types, quality class, stand composition, GIS-analysis, geographic information system, Kenozersky Park

Acknowledgements: The study was carried out within the framework of the theme "Identification of objects of slash-and-burn and swidden farming on the territory of Kenozersky National Park".

For citation: Kozykin A.V., Nakvasina E.N. GIS-analysis of the Influence of the Land Use Type on the Current Diversity of Forest Plantations in the Kenozersky National Park. *Lesnoy Zhurnal = Russian Forestry Journal*, 2023, no. 5, pp. 27–41. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2023-5-27-41>

Введение

Выход земель из сельхозоборота является общемировой проблемой, которая обусловлена различными причинами: социальными, природными, военными и т. п. [22, 24, 25, 28]. В регионах с близко расположенными к сельскохозяйственным объектам лесными массивами трансформация залежей связана с облесением и формированием так называемых вторичных/производных лесов. На Европейском Севере России производные леса, в т. ч. сформированные на заброшенных сельскохозяйственных землях, сегодня преобладают [3], нарушая структуру доагрикультурных лесных экосистем. По мнению Д.В. Трубина [20], только в южной части Архангельской области постагrogenных лесов насчитывается более 1 млн га. Это связано с распространением в лесной зоне подсеčno-огневой, а затем переложной систем земледелия [12], при которых в состав агроэкосистемного комплекса, тяготеющего к населенным пунктам, входили как постоянные пашни с повышением плодородия почв за счет удобрений (навоз, торф, зола, иногда известь), так и лесные перелogi (резервный фонд освоенных под сельское хозяйство земель, оставленный на временное естественное зарращивание), сенокосы.

Общим для всех залежных угодий является то, что при зарастании лесом эволюционная трансформация идет в направлении зональных типов лесных экосистем [6] с расселением доступных от стен леса пород [2, 26]. Локальные процессы, связанные с плодородием почв, влияют на данный процесс [26], хотя и рассматриваются редко. Именно плодородие почв определяет начальные этапы восстановительных сукцессий [6], приводя к формированию различных по породному составу и типу лесов. История сельскохозяйственных земель позволяет говорить об «эффекте наследия», который определяет скорость протекания восстановительных процессов [4, 32, 35], что связано с разрастанием сдерживающей поселения древесных видов травянистой растительности на распаханных участках.

Основываясь на принципах исторической экологии [5, 17, 30], мы должны признать, что постагрогенные леса отражают сельскохозяйственную историю залежных участков, на которых запечатлены «немые» реалии времени и социального порядка их освоения [8]. Влияние истории землепользования может проявляться в течение нескольких столетий и выражаться в снижении биоразнообразия [29, 36], изменении морфологии и свойств почвы [23], структуре и продуктивности лесных насаждений [31, 34]. Тип предыдущего землепользования создает достаточно устойчивые факторы, которые в процессе естественного зарастания слабо меняются под воздействием природных и влияют на формирующиеся леса [27].

Определить историческую принадлежность конкретной залежи, заросшей лесом, к той или иной категории земель достаточно трудно, необходимо почвенное опробование каждого участка [14]. Однако работа упрощается при наличии разновременных картографических материалов. Их совмещение позволяет проследить внутриландшафтную дифференциацию [10] заброшенных много лет назад агрокультурных ландшафтов и современных насаждений, сформированных на различных угодьях землепользования. Подобные сравнительные исследования для разных временных отрезков проводят как в России, так и за рубежом, совмещая исторические планы с современными топоосновами и космоснимками [9, 33].

Особый интерес для России представляет изучение современного состояния постагрогенных лесов в сочетании с материалами Генерального межевания периода максимального сельскохозяйственного освоения территории (середина и 2-я половина XIX в.). Подобные исследования данных о старых залежных массивах позволят установить связь между современным состоянием лесов и историей землепользования, построить прогнозные модели перспектив формирования лесов на современных залежах, в значительном количестве появившихся в конце XX в. Кроме того, для системы особо охраняемых природных территорий речь идет также о сохранении и, возможно, историческом восстановлении ценных в историко-культурном и природном отношении агроландшафтов [19], что поддерживается программами Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций [15].

Цель исследования – на ключевом участке в границах Кенозерского национального парка проследить по межевым планам 1861 г. закономерности эволюции участков землепользования разных категорий при зарастании лесом; оценить площади, породную и типологическую структуру современных ле-

сов, сформировавшихся на залежах разных категорий землепользования; проследить связь трансформации агроэкосистем в лесные системы с историей их использования для прогнозирования формирования постагрогенных производных лесов современного отчуждения сельскохозяйственных земель.

Объекты и методы исследования

Для исследования был выбран ключевой участок общей площадью 28 481,6 га в границах Кенозерского национального парка, расположенный в юго-западной, южной и юго-восточной частях побережья оз. Кенозера. Участок относится к Плесецкому району Архангельской области (среднетаежный лесной район). Особенностью территории является карбонатная локальная морена, которая повышает плодородие почв, но не препятствует протеканию зонального почвообразовательного процесса. Выветривание карбонатов приводит к формированию дерново-подзолистых и подзолистых почв. Подобная литология характерна для юго-западной части Архангельской области [2].

На большей части территории парка благодаря почвенно-литологическим особенностям региона исторически сформировался аграрный комплекс с наличием разных систем земледелия [18]. Здесь сочетались постоянные пашни дву-, трехполья и лесные перелогии как элементы подсечно-огневого земледелия, характерного для Севера, в сочетании с сенокосами, пастбищами и распространенными лесными и болотными угодьями.

Выбор ключевого участка исследования связан с наличием планов межевания части Олонецкой губернии 1861 г., обнаруженных в Национальном архиве Республики Карелии [11].

Исторические карты, выполненные вручную на основе материалов полевой межевой инструментальной съемки в масштабе, соответствующем метрической системе 1 мм – 8,4 м, позволяют увидеть структуру земельных угодий с их дифференциацией по категориям земель в принятой терминологии того времени. Межевые планы достаточно точно привязаны к опорным точкам территории и хорошо укладываются по ним на современные топоосновы. В качестве опорных точек связей геопривязки использованы наиболее явные элементы гидрографической сети, побережья озер, межуездные просеки, а также часовни и дороги (в случае их неизменного местоположения с середины XIX в.).

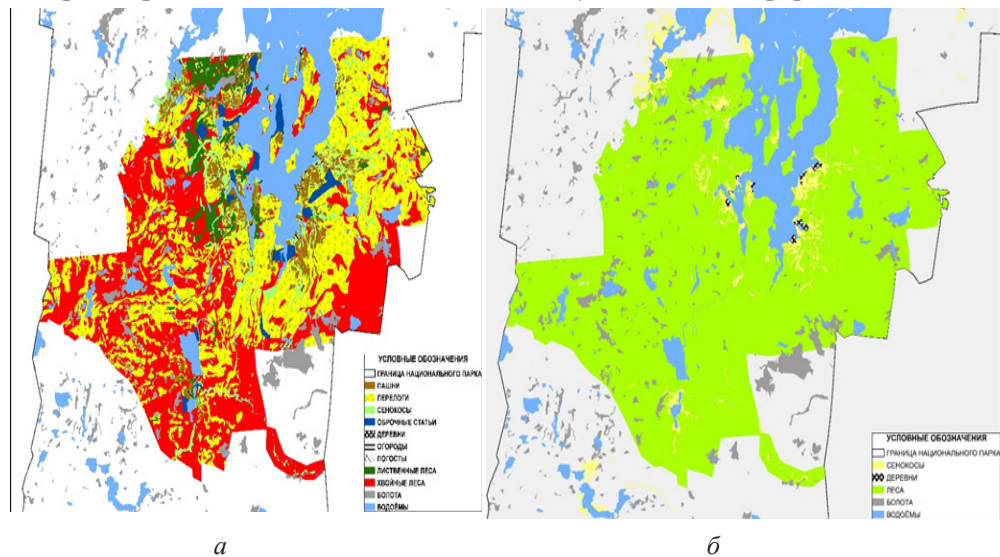
Современной топоосновой послужили векторная карта лесонасаждений (1:25000) и пирамидальные сборки космических снимков высокого разрешения с файлами привязки с интернет-ресурса SAS-Planet [21]. Для анализа структурных изменений категорий земель и растительного (лесного) покрова применены представленные в геоинформационной системе слои лесоустройства Кенозерского национального парка 2014 г. с атрибутивной информацией по лесным выделам (тип леса, бонитет, состав, возраст и др.) [16]. Пространственная привязка растровых аналогов межевых планов, их обработка и векторизация произведены в программе ArcMap 10.6 с использованием базовых инструментов. Методика выполнения работ детально описана в статье А.В. Козыкина [7].

При векторизации были приняты некоторые упрощения легенды с учетом изменения терминологии за 2 века, а также сделано допущение неизменности границ участков современной акватории водоемов и болот с момента прове-

дения межевой съемки. Несомненно, при совмещении исторических планов и современных карт появлялись некоторые неточности по площади полигона (0,95 %), что может быть связано не только с разными приемами съемки, но также с изменчивостью границ агроландшафтов со временем под влиянием природных факторов. Однако данная погрешность не отразилась на общих выявленных тенденциях и закономерностях.

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно межевым планам 1861 г. соотношение хозяйственных угодий в середине XIX в. кардинально отличалось от современного (см. рис.). Анализ структуры «продуктивных» земель (т. е. без учета вод и болот) того времени показывает, что более половины территории ключевого участка было подвержено аграрному воздействию (табл. 1). На долю лесных угодий, локально распределенных между сенокосами, пашнями, перелогам, приходилось 47 % площади. Большую часть неосвоенных лесов составляли хвойные насаждения (90 %), что могло быть связано с бедностью или заболоченностью почв – характеристиками, которые ограничивали использование лесных участков под аграрное освоение.



План ключевого участка: *a* – по межевым планам 1861 г. (масштаб: 1 мм – 8,4 м);
б – современный (масштаб: 1:25 000)

Key site plan: *a* – according to the survey plans of 1861 (Scale: 1 mm – 8,4 m); *б* – modern key site plan (Scale: 1:25 000)

Распределение земель разных категорий по территории ключевого участка было неравномерным и имело социально-экономическую приуроченность. Участки постоянной пашни, на которых плодородие поддерживалось внесением навоза, торфа, составляли лишь 6,4 % всех продуктивных земель, тяготели к 500-метровой зоне вблизи деревни, занимая до 45 % территории этой зоны. Перелог традиционно выносили дальше от деревень, подбирая наиболее плодородные участки, занятые лесом, и проводя подсеку. Их доля вблизи деревень не превышала 11 %. Соотношение пашен и перелогов/сенокосов составляло 1:6. Большие площади перелогов объясняются их кратковременным использованием (не более 8 лет),

оставлением на восстановительный период (25–40 лет) и возможной повторной эксплуатацией. Новые перелогии начинали разрабатывать для обеспечения населения продуктами питания (зерновые, репа, горох). Часто перелогии после использования под посевы переводили в сенокосы. В результате сенокосы были мозаично распространены по всей территории ключевого участка.

Прекращение планомерной обработки пахотных участков и зарастание их лесом, в особенности на перелогах, началось в 80–90 гг. XIX в. Это подтверждается анализом возрастной структуры современных насаждений при ГИС-обработке и натурных исследованиях, проводимых в Кенозерском национальном парке. Очевидно, что процесс возобновления лесов на сельскохозяйственных землях не был одновременным и однонаправленным. После межевания 1861 г. одни перелогии зарастали лесом, другие разрабатывались вновь. Этот процесс вполне укладывается в понятие переложной системы земледелия. К началу XXI в. в пределах участков, идентифицированных в 1861 г. как лесные, сохранились сенокосные поляны, занимающие 0,7 % от первоначальной площади лесов. Кустарниковые пустоши, которые можно было легко расчистить, переводили в сенокосы (90 %), или такие земли зарастали лесом.

Через 160 лет после межевания структура земель ключевого участка полностью изменилась: большинство аграрных земель заросло лесом. Сформировался лесной массив (97 %), в котором сохранились сенокосы, частично используемые в таком качестве населением деревни, частично перешедшие в лесные поляны (табл. 1). Производные леса, произрастающие на различных категориях сельскохозяйственных земель, могут иметь особенности, связанные с продуктивностью, составом, типами почвенного покрова. Особый интерес в этом отношении представляют наиболее распространенные массивы угодий (пашни, перелогии, сенокосы), отличающиеся такими экологическими характеристиками, как распаханность, плодородие почв, выраженная дернина.

Таблица 1

**Динамика распределения продуктивных земель на ключевом участке
Кенозерского национального парка
Dynamics of productive land distribution in the key area of Kenozersky National Park**

Тип угодья	Межевой план 1861 г.				План лесонасаждений 2014 г.	
	весь полигон		в пределах 500 м от деревень			
	га	%	га	%	га	%
Лес	10 797,0	46,6	186,2	18,6	22 680,7	96,9
Кустарниковая пустошь	120,2	0,5	13,6	1,4	0	0
Сенокос	1454,8	6,3	206,1	20,6	665,2	2,8
Перелог	9253,7	40,0	110,3	11,1	0	0
Пашня	1469,2	6,4	445,5	44,6	0	0
Огороды	1,6	0	1,6	0,2	0	0
Деревня	34,6	0,2	34,9	3,5	69,6	0,3
<i>Всего</i>	23 131,1	100,0	998,2	100,0	23 415,5	100,0

Наиболее интенсивно лес восстанавливается на перелогих (табл. 2), которые, как правило, находятся в непосредственной близости к стенам неиспользуемого в XIX в. леса и имели меньшее аграрное воздействие. Более 99 % всех перелогов, отмеченных на межевом плане 1861 г., в настоящее время представлено лесными участками, часть – сенокосами. При этом только 7 % пашен перешли в лесные массивы (современное состояние), что может быть связано с разрастанием мешающей естественному поселению древесных пород травянистой растительности на плодородных почвах [2]. На медленную колонизацию древесными видами заброшенных участков с плодородными почвами в других регионах также указывали [35]. Зброшенны пашни с богатым травостоем, тем более расположенные вблизи деревень, могли в первую очередь использоваться под сенокосы, что и сохранилось до настоящего времени. Промежуточное пользование сдерживало разрастание древесных пород на начальных этапах натурализации залежей. Доля таких сенокосов (после пашни) составляет 60 % от площади сенокосов настоящего времени. Зброшенны сенокосы того времени на 85 % заросли лесом, однако их часть (13 %) сохранилась, хотя дальние участки вряд ли используются в настоящее время и служат перспективным фондом постепенного зарастания лесными породами.

Таблица 2

Современная трансформация площади сельскохозяйственных угодий на ключевом участке Кенозерского национального парка (га / %)
Modern transformation of agricultural land in the key area of Kenozersky National Park (ha / %)

Тип угодья по межевому плану 1861 г.	Всего по плану лесонасаждений 2014 г.	В том числе по современным категориям угодий	
		лес	сенокос
Пашня	1469,2 / 12,1	1037,1 / 70,6	402,1 / 27,3
Перелог	9253,7 / 76,0	9171,1 / 99,1	73,5 / 0,8
Сенокос	1454,8 / 11,9	1241,3 / 85,3	189,6 / 13,0
<i>Всего</i>	12 177,7 / 100*	11 449,5 / 94,0	665,2 / 5,5

* Площадь 63 га / 0,5 % находится под другими категориями земель (линии электропередач).

Провели повидельную характеристику таксационных описаний лесных насаждений, используя современную атрибутику. Проследили структуру современных лесных насаждений по типу леса (напочвенному покрову формации) в разрезе основных категорий сельскохозяйственных угодий согласно межевому плану 1861 г. (табл. 3).

Участки постоянной пашни и перелогих середины XIX в. представлены насаждениями, на 90 и 81 % соответственно протаксированными при современном лесоустройстве как сосняки черничные и кисличные. Остальные типы леса сформировались на небольшой доле площади (от 6,0 до 0,1 %), что может быть связано с особенностями подбора площадей под распашку того времени. При подборе участков оценивалось не только плодородие почвы, но и наличие строевого леса, который можно было использовать в хозяйственных целях [12]. Нередко при межевании перелогов землемеры упрощали их границы и снижали

дробность выделов, включая в их контуры заведомо неиспользуемые участки заболоченных типов леса. Аналогичная типологическая эволюция формирующихся лесов представлена и на сенокосных участках – 78,5 % площадей отнесено к соснякам черничным и кисличным, что еще раз подтверждает послерубочное формирование сенокосных участков при переводе распаханых перелогов в сенокосы на промежуточное пользование.

Таблица 3

**Типологическая структура современных лесов,
образованных на бывших сельскохозяйственных угодьях на ключевом участке
Кенозерского национального парка
Typological structure of modern forests formed on agricultural land in the key area
of Kenozersky National Park**

Тип леса	Площадь леса							
	весь полигон		в том числе по бывшим категориям земель					
			пашня		перелог		сенокос	
	га	%	га	%	га	%	га	%
Ивняк тр.-болотный	5,4	0	0,6	0,1	0,1	0	2,4	0,2
Е. прир.-крупнотравный	393,5	1,7	2,8	0,3	173,7	1,9	34,7	2,8
С. лишайниковый	114,0	0,5	3	0,3	4,1	0	0,4	0
С. долгомошный	103,0	0,5	3,7	0,4	33,0	0,4	2,1	0,2
Е. долгомошный	597,2	2,6	3,9	0,4	147,0	1,6	17,9	1,4
С. сфагновый	352,2	1,6	4,5	0,4	90,1	1,0	3,2	0,3
С. брусничный	288,0	1,3	6	0,6	32,4	0,3	6,7	0,5
Е. кисличный	317,4	1,4	12,6	1,2	177,3	1,9	14,8	1,2
Е. тр.-болотный	1195,1	5,3	12,7	1,2	294,1	3,2	56,8	4,6
С. тр.-болотный	936,5	4,1	24,1	2,3	226,9	2,5	66,5	5,4
Е. черничный	1744,1	7,7	32,4	3,1	566,4	6,2	61,1	4,9
С. кисличный	5617,3	24,8	316,2	30,5	3018,1	32,9	375,3	30,2
С. черничный	11 017,0	48,5	614,6	59,2	4407,9	48,1	599,4	48,3
<i>Всего</i>	22 680,7	100	1037,1	100	9171,1	100	1241,3	100

Примечание: С. – сосняк; Е. – ельник; тр. – травяной; прир. – приручейный.

Все сформированные насаждения, отнесенные к соснякам черничным и кисличным, имеют достаточно хорошую продуктивность (табл. 4) и смешанный состав (табл. 5). Плодородие пашен обеспечило преобладающее формирование насаждений высоких классов бонитета (по сосне) как в кисличном, так и в черничном типе леса. Нужно отметить, что аграрное строение почв может сохраняться до 300 лет [1], а плодородие почв бывших пашенных лесов и через 100 лет остается выше среднего по региону [2]. При этом на пашнях, перелогах и сенокосах сохраняются зональные типологические особенности продуктивности. Преобладающий бонитет кисличных типов леса выше черничных на I класс. IV класс бонитета встречается только в черничном типе леса, что соответствует пониженному плодородию почв. Леса более низкого бонитета (III и IV) больше сформировались на перелогах, что связано с непродолжительным использованием этих земель в качестве пахотных и гетерогенностью почв.

Таблица 4

Распределение по классам бонитета современных сосняков черничных и кисличных, образованных на бывших сельскохозяйственных угодьях (га / %)
Distribution of bilberry and oxalis pine forests by quality classes, formed on former agricultural land (ha / %)

Класс бонитета	Типы современного леса по бывшим категориям земель					
	Пашни		Перелог		Сенокосы	
	С. кисл.	С. черн.	С. кисл.	С. черн.	С. кисл.	С. черн.
Ia	20,7 / 6,5	0,9 / 0,1	26,7 / 0,9	0,4 / 0,01	6,7 / 1,8	0,3 / 0,05
I	277,3 / 87,7	315,7 / 51,4	2201,9 / 73,0	1439,5 / 32,7	290,3 / 77,3	224,1 / 37,4
II	18,2 / 5,8	232,8 / 37,9	780,7 / 25,9	2699,7 / 61,3	77,2 / 20,6	333,9 / 55,7
III	0	65,1 / 10,6	8,8 / 0,3	248,8 / 5,6	1,1 / 0,3	39,9 / 6,7
IV	0	0,1 / 0,02	0	19,5 / 0,4	0	1,2 / 0,2
<i>Всего</i>	316,2 / 100	614,6 / 100	3018,1 / 100	4407,9 / 100	375,3 / 100	599,4 / 100

Примечание: кисл. – кисличный; черн. – черничный.

В большинство насаждений, протаксированных по составу как сосняки (3 и более единиц в составе), входят и другие лесообразующие породы. Используя код ГИС – VMR, провели анализ сосняков черничных и кисличных на сельскохозяйственных угодьях, отмеченных на межевом плане 1861 г., по преобладающим в составе лесообразующим породам (по 5 видам, имеющим более 3 ед. в составе). В настоящее время примерно у 70 % сосняков черничных и кисличных, сформированных на пашнях, указанных на межевом плане 1861 г., в составе преобладает береза (более 3 ед.), примерно у 10 % – ольха серая; высока доля насаждений с преобладанием осины (табл. 5). Эти породы требовательны к плодородию почвы. Пониженное плодородие почв на переложных участках обеспечило более устойчивое положение сосны в составе формирующихся древостоев. Доля насаждений с превалированием сосны в черничном типе леса на старых перелогах достигает 60 %.

Таблица 5

Распределение по преобладающим в составе древостоя породам современных сосняков черничных и кисличных, образованных на бывших сельскохозяйственных угодьях (га / %)
Distribution of bilberry and oxalis pine forests prevailing in the composition of the forest stand, formed on former agricultural land (ha / %)

Преобладающая порода	Типы современного леса по бывшим категориям земель					
	Пашня		Перелог		Сенокос	
	С. кисл.	С. черн.	С. кисл.	С. черн.	С. кисл.	С. черн.
Сосна	22,6 / 7,1	124,7 / 20,3	959,8 / 31,8	2674,5 / 60,7	97,7 / 26,0	210,4 / 35,1
Береза	229,4 / 72,6	399,9 / 65,1	1875,1 / 62,2	1576,8 / 35,8	245,4 / 65,4	328,0 / 54,7
Осина	26,3 / 8,3	28,2 / 4,6	98,5 / 3,4	133,7 / 3,0	10,3 / 2,8	18,1 / 3,0
Ольха серая	37,9 / 12,0	61,7 / 10,0	77,6 / 2,6	22,9 / 0,5	21,9 / 5,8	42,9 / 7,2
<i>Всего</i>	316,2 / 100	614,6 / 100	3018,1 / 100	4407,9 / 100	375,3 / 100	599,4 / 100

Характер состава древесных пород в насаждениях, сформированных на сенокосах, соответствует угодьям с высоким плодородием почв (пашни и перелог кисличные), что еще раз подчеркивает факт образования сенокосных угодий на заброшенных пашенных землях. Высокое плодородие почв после прекращения пользования позволяло формироваться богатому травостою и получать хороший урожай сена.

Большинство сосняков черничных и кисличных имеют близкий минимальный возраст (120 лет по сосне), что говорит о достаточной одновременности забрасывания участков в конце XIX в. Несколько раньше начали забрасывать сенокосы: минимальный возраст сосны, произрастающей на бывших сенокосах, составил 140 лет. Под отчуждение в первую очередь попадали дальние непродуктивные сенокосы на перелогах.

Равновременность зарастания связана также и с мелкопольем, характерным для Севера. Только среди современных сосняков черничных и кисличных в пределах ключевого участка выделено 3370 учетных полигонов на площади 9334 га (средняя площадь выдела 2,8 га), распределенных согласно межевому плану. Как правило, площади пашен колебались от 1,5 до 14 га, площади сенокосов часто были еще меньше – от 0,9 до 9,0 га. Несколько большие площади могли относиться к подсекам, возможно, за счет сглаживания границ наделов они составляли от 4 до 77 га по межевым планам 1861 г. На плане лесонасаждений современные выделы нередко сохраняют прямоугольную форму поля при наличии четких границ угодья. Прежде всего это участки постоянной пашни долгого использования, зафиксированные краевыми бороздами или граничными канавками.

При подобных трансформациях мелких сельскохозяйственных залежей разных категорий возрастает неоднородность ландшафтов, обусловленные мозаикой почвы и растительности. Экологические изменения в ландшафтах могут быть непредсказуемы [28]. На локальные изменения, обусловленные антропогенным (аграрным) воздействием, накладываются природные факторы, в первую очередь отражающиеся в биоте. На этапах сукцессионных изменений меняются ценотические группировки и их продуктивность, свойства почв, перераспределяются биогеоценотические связи. В настоящее время процесс самозарастания залежей на ключевом участке можно считать завершенным, по прогнозам [13] он составляет примерно 120 лет. Существующие производные (постагрогенные) лесные насаждения исследуемого ключевого участка находятся в квазиклиматическом состоянии. Какими будут эти леса через 100–200 лет и будут ли они соответствовать зональным коренным аналогам, мы можем только предполагать.

Заключение

Территория Кенозерского национального парка, выбранная в качестве ключевого участка, отражает историю формирования производных лесов южной части Архангельской области. Совмещение современных планов лесоустройства и планов Генерального межевания 1861 г. демонстрирует значительную внутриландшафтную дифференциацию, иногда скрытую за счет повсеместного разрастания основных лесообразующих пород и формирования лесных массивов по зональному типу. Однако бывшие сельскохозяйственные угодья оказывают влияние на структуру производных лесов, их продуктивность. На современных планах лесные выделы могут быть укрупнены, однако внутриландшафтная дифференциация, связанная с историей сельскохозяйственного освоения, сохраняется и требует пристального изучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Бобровский М.В. Лесные почвы Европейской России: биотические и антропогенные факторы формирования. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2010. 359 с.
Bobrovsky M.V. *Forest Soils of European Russia: Biotic and Anthropogenic Factors of Formation*. Moscow, KMK Publ., 2010. 359 p. (In Russ.).
2. Голубева Л.В., Наквасина Е.Н. Трансформация постагрогенных земель на карбонатных отложениях. Архангельск: КИРА, 2017. 152 с.
Golubeva L.V., Nakvasina E.N. *Transformation of Postagrogenic Lands on Carbonate Deposits*. Arkhangelsk, KIRA Publ., 2017. 152 p. (In Russ.).
3. Громцев А.Н. Производные леса на западе таежной зоны России: понятия, происхождение, идентификация // Тр. КарНЦ РАН. 2019. № 5. С. 5–16.
Gromtsev A.N. Derived Forests in the Western Taiga Zone of Russia: Concepts, Origin, Identification. *Trudy Karelskogo nauchnogo centra RAN = Proceedings of the Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 2019, no. 5, pp. 5–16. (In Russ.).
<https://doi.org/10.17076/eco900>
4. Гусев А.П. Антропогенная трансформация ландшафтов и сукцессии растительности // Вестн. ТюмГУ. Экология и природопользование. 2015. Т. 1, № 2(2). С. 103–110.
Gusev A.P. Anthropogenic Transformation of Landscapes and Vegetation Succession. *Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekologiya i prirodopol'zovanie = Bulletin of the Tyumen State University. Ecology and Nature Management*, 2015, vol. 1, no. 2(2), pp. 103–110. (In Russ.).
5. Дурновцев В.И. «Environmental history» как «Экологическая история» (историографические заметки) // Вестн. СурГПУ. 2017. № 6(51). С. 10–19.
Durnovtsev V.I. "Environmental history" as "Ecological history" (Historiographical notes). *Vestnik Surgutskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta = Bulletin of Surgut State Pedagogical University*, 2017, no. 6(51), pp. 10–19. (In Russ.).
6. Иванов А.Л., Завалин А.А., Кузнецов М.С. и др. Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота / под ред. Г.А. Романенко. М.: Росинформагротех, 2008. 64 с.
Ivanov A.L., Zavalin A.A., Kuznetsov M.S. et al. *Agroecological State and Prospects of Utilization of Russian Lands Retired from Active Agricultural Turnover*. Ed. by G.A. Romanenko. Moscow, Rosinformagrotech Publ., 2008. 64 p. (In Russ.).
7. Козыкин А.В. Методика оценки изменений агрокультурного ландшафта на основе ГИС-обработки планов межевания 1861 г. и современного описания лесного фонда Национального парка «Кенозерский» // Ист. информатика. 2021. № 2. С. 221–232.
Kozykin A.V. Methodology of Assessment of Agro-cultural Landscape Changes based on GIS-processing of the 1861 Survey Plans and Modern Description of the Forest Fund of the Kenozersky National Park. *Istoricheskaya informatika = Historical Informatics*, 2021, no. 2, pp. 221–232. (In Russ.). <https://doi.org/10.7256/2585-7797.2021.2.35089>
8. Косенков Г.Л., Колбовский Е.Ю. Периодизация и реконструкция истории освоения территории национального парка «Смоленское Поозерье» для целей типологии культурного ландшафта // Ярослав. пед. вестн. 2012. Т. 3, № 4. С. 232–238.
Kosenkov G.L., Kolbovsky E.J. Periodization and Reconstruction of the History of Development of the Territory of the Smolensk Lakeland National Park for the Purposes of the Cultural Landscape Typology. *Yaroslavskij pedagogicheskij vestnik = Yaroslavl Pedagogical Bulletin*, 2012, vol. 3, no. 4, pp. 232–238. (In Russ.).
9. Кукушкина О.В., Алябина И.О., Голубинский А.А. Опыт реконструкции земледельческого использования почвенного покрова Балахнинского уезда Нижегородской губернии в XVIII–XIX веках (по картографическим источникам) // Почвоведение. 2018. № 7. С. 882–892.

Kukushkina O.V., Alyabina I.O., Golubinsky A.A. Experience of Reconstruction of Land Use of the Soil Cover of Balakhna Uyezd, Nizhny Novgorod Province in the XVIII-XIX Centuries (based on Cartographic Sources). *Pochvovedenie = Soil Science*, 2018, no. 7, pp. 882–892. (In Russ.). <https://doi.org/10.1134/S0032180X18070067>

10. Матасов В.М. Внутриландшафтная динамика использования земель Мещерской низменности за последние 250 лет // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5: География. 2017. № 4. С. 65–74.

Matasov V.M. Intralandscape Dynamics of Meshcherskaya Lowland Land Use Over the last 250 Years. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya = Bulletin of the Moscow University. Series 5: Geography*, 2017, no. 4, pp. 65–74. (In Russ.).

11. Межевые планы съемки 1861 г. Кенозерской дачи Вершининской волости Каргопольского уезда Олонецкой губернии // Архив Кеноз. нац. парка. Ф. 1. Оп. 8. Д. 401. 402.

Survey plans of 1861 of Kenozerskaya Dacha of Vershininskaya Volost, Kargopol'sky Uyezd, Olonets Province. *Archive of Kenozersky National Park*. Archive fund 1, record 8, case 401, 402. (In Russ.).

12. Милов Л.В. Великорусский пахарь и особенности российского исторического процесса. М.: РОСПЭН, 2001. 576 с.

Milov L.V. *The Great Russian Plowman and the Peculiarities of the Russian Historical Process*. Moscow, ROSSPEN Publ., 2001. 576 p. (In Russ.).

13. Москаленко С.В., Бобровский М.В. Расселение лесных видов растений из старовозрастных дубрав на брошенные пашни в заповеднике «Калужские засеки» // Изв. СамНЦ РАН. 2012. Т.14, №1(5). С. 1332–1335.

Moskalenko S.V., Bobrovsky M.V. Dispersal of Forest Plant Species from Old-Growth Oak Forests to Abandoned Arable Lands in the Kaluga Zaseki Nature Reserve. *Izvestiya Samarskogo NC RAN = Izvestia of the Samara Scientific Research Center of the Russian Academy of Sciences*, 2012, vol. 14, no. 1(5), pp. 1332–1335. (In Russ.).

14. Наквасина Е.Н., Голубева Л.В. Идентификация постагрогенных лесов в национальном парке «Кенозерский» // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Естеств. науки. 2015. № 4. С. 75–82.

Nakvasina E.N., Golubeva L.V. Identification of Post-agroforests in the Kenozersky National Park. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta, Seriya Estestvennye nauki = Bulletin of the Northern (Arctic) Federal University. Ser. "Natural Sciences"*, 2015, no. 4, pp. 75–82. (In Russ.). <https://doi.org/10.17238/issn2227-6572.2015.4.75>

15. Пашкевич О. Агрокультурное наследие: истоки, реалии, будущее // Наука и инновации. 2020. № 9(211). С. 37–42.

Pashkevich O. Agrocultural Heritage: Origins, Realities, Future. *Nauka i innovacii = Science and Innovation*, 2020, no. 9(211), pp. 37–42. (In Russ.). <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2020-9-37-42>

16. Пояснительная записка к материалам лесоустройства национального парка «Кенозерский». Архангельск: Арханг. фил. ФГУП «Рослесинфорг», 2014. 170 с.

Explanatory Note to the Forest Inventory Materials of the Kenozersky National Park. Arkhangelsk, Arkhangelsk Branch of FSUE "Roslesinform", 2014. 170 p. (In Russ.).

17. Томилов Н.А. Этническая экология, экологическая история и области природно-средовой культуры // Вестн. Омск. ун-та. Сер.: Ист. науки. 2016. № 2(10). С. 88–93.

Tomilov N.A. Ethnic Ecology, Ecological History, and Areas of Natural and Environmental Culture. *Vestnik Omskogo universiteta, Ser. Istoricheskie nauki = Bulletin of Omsk University. "Historical Sciences" series*, 2016, no. 2(10), pp. 88–93. (In Russ.).

18. Трапезникова О.Н., Тормосова Н.И. Историко-геоэкологический анализ освоения Русского Севера в условиях развития карстового процесса (на примере Каргополья) // Геоэкология. Инж. геология, гидрогеология, геоэкология. 2019. № 3. С. 52–62.

Trapeznikova O.N., Tormosova N.I. Historical and Geoecological Analysis of the Development of the Russian North in the Conditions of Karst Process Development (on the example of Kargopolye). *Geoekologiya. Inzhenernaya geologiya, gidrogeologiya, geokriologiya* = Geoecology. Engineering Geology, Hydrogeology, Geocryology, 2019, no. 3, pp. 52–62. (In Russ.). <https://doi.org/10.31857/S0869-78092019352-62>

19. Третьяков С.В., Коптев С.В., Неверов Н.А., Новикова Н.С. Сохранение агрокультурных ландшафтов и устойчивое управление ими в Каргопольском секторе Кенозерского национального парка // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Естеств. науки. 2014. № 3. С. 40–47.

Tretyakov S.V., Koptev S.V., Neverov N.A., Novikova N.S. Preservation of Agricultural Landscapes and their Sustainable Management in the Kargopol Sector of the Kenozersky National Park. *Bulletin of PSU. Natural Sciences series*, 2014, no. 3, pp. 40–47. (In Russ.).

20. Трубин Д.В. Агрофорест: пашня и лес в неразрывной связи // Эко-потенциал. 2016. № 2(14). С. 12–21.

Trubin D.V. Agroforest: Arable Land and Forest in an Inseparable Bond. *Ekopotencial* = Ecopotential, 2016, no. 2(14), pp. 12–21. (In Russ.).

21. SASGIS Веб-картография и навигация. SAS Планета. Режим доступа: <http://www.sasgis.org/sasplaneta/> (дата обращения: 22.07.20).

Web mapping and navigation. SAS Planet. (In Russ.).

22. Broughton R.K., Bullock J.M., George C., Hill R.A., Hinsley S.A., Maziarz M. et al. Long-Term Woodland Restoration on Lowland Farmland Through Passive Rewilding. *PLoS ONE*, 2021, vol. 16, no. 6. Art. no. e0252466. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0252466>

23. Clark J.D., Johnson A.H. Carbon and Nitrogen Accumulation in Post-Agricultural Forest Soils of Western New England. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 2011, no. 75(4), pp. 1530–1542. <https://doi.org/10.2136/sssaj2010.0180>

24. Cramer V., Hobbs R.J. Old Fields: Dynamics and Restoration of Abandoned Farmland. *Society for Ecological Restoration International, Island Press, Washington, Covelo, London*, 2007. 352 p.

25. D'Orangeville L., Bouchard A., Cogliastro A. Unexpected Seedling Growth in the Understory of Post-agricultural Forests from Eastern Canada. *Annals of Forest Science*, 2011, no. 68, pp. 759–769. <https://doi.org/10.1007/s13595-011-0073-3>

26. Gibson D.J., Middleton B.A., Foster K., Honu Y.A.K., Hoyer E.W., Marilyn M. Species Frequency Dynamics in an Old-Field Succession. Effects of Disturbance, Fertilization and Scale. *Journal of Vegetation Research*, 2005, no. 16(4), pp. 415–422. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2005.tb02381.x>

27. Kopecký M., Vojta J. Land-use Legacies in Post-agricultural Forests in the Doupovské Mountains, Czech Republic. *Applied Vegetation of Science*, 2009, vol. 12, no. 2, pp. 251–260. <https://doi.org/10.1111/j.1654-109X.2009.01023.x>

28. Macdonald D.V., Crabtree J.R., Wiesinger G., Dax T., Stamou N., Fleury P., Gutierrez Lazpita J.A., Gibon A. Agricultural Abandonment in Mountain Areas of Europe: Environmental Consequences and Policy Response. *J. Environ. Manag.*, 2000, vol. 59(1), pp. 47–69. <https://doi.org/10.1006/jema.1999.0335>

29. Naaf T., Kolk J. Colonization Credit of Post-agricultural Forest Patches in NE Germany Remains 130–230 Years After Reforestation. *Biological Conservation*, 2015, vol. 182, pp. 155–163. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.12.002>

30. Otero I., Marull J., Tello E., Diana G. L., Pons M., Coll F., Boada M. Land Abandonment, Landscape, and Biodiversity: Questioning the Restorative Character of the Forest Transition in the Mediterranean. *Ecology and Society*, 2015, no. 20(2), pp. 32–40. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-07378-200207>

31. Plieninger T., Schaich H. Socialist and Postsocialist Land-use Legacies Determine Farm Woodland Composition and Structure: Lessons from Eastern Germany. *Eur. J. Forest. Res.*, 2014, no. 133, pp. 597–610. <https://doi.org/10.1007/s10342-014-0788-4>

32. Prévosto B., Kuiters L., Bernhardt-Römermann M., Dölle M., Schmidt W., Hoffmann M., Uytvanck J.V., Bohner A., Kreiner D., Stadler J., Klotz S., Brandl R. Impacts of Land Abandonment on Vegetation. Successional Pathways in European Habitats. *Folia Geobot.*, 2011, no. 46, pp. 303–325. <https://doi.org/10.1007/s12224-010-9096-z>

33. Schulp C.J.E., Levers C., Kuemmerle T., Tieskens K.F., Verburg P.H. Mapping and Modelling Past and Future Land Use Change in Europe's Cultural Landscapes. *Land Use Policy*, 2019, vol. 80, pp. 332–344. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.04.030>

34. Sewerniak P. Survey of Some Attributes of Post-agricultural Lands in Polish State. *Forests Ecological Questions*, 2016, no. 22, pp. 9–16. <http://dx.doi.org/10.12775/EQ.2015.018>

35. Smit R., Olf H. Woody Species Colonization in Relation to Habitat Productivity. *Plant Ecology*, 1998, no. 139, pp. 203–209. <https://doi.org/10.1023/A:1009750216223>

36. Vellend M., Verheyen K., Flinn K.M., Jacquemyn H. et al. Homogenization of Forest Plant Communities and Weakening of Species–environment Relationships via Agricultural Land Use. *Journal of Ecology*, 2007, no. 95, pp. 565–573. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2007.01233.x>

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest