

УДК 911.2

ВЛИЯНИЕ ЛАНДШАФТНЫХ УСЛОВИЙ НА ДИНАМИКУ ЗАРАСТАНИЯ ЛЕСОМ БЫВШИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ ПЕРМСКОГО КРАЯ

© 2024 г. А. П. Белоусова^а, *

^аПермский государственный национальный исследовательский университет,
ул. Букирева, д. 15, Пермь, 614990 Россия

*E-mail: uran399@mail.ru

Поступила в редакцию 16.05.2023 г.

После доработки 08.08.2023 г.

Принята к публикации 10.10.2023 г.

Изучение динамики лесозаращения на землях сельскохозяйственного назначения проводилось, начиная с 1990-х гг. как стартового периода массового снижения интенсивности их возделывания. Общая территория зарастания сельскохозяйственных угодий Пермского края составляет 58.8% от общей площади сельскохозяйственных угодий по состоянию на 1985 г. Границы контура леса фиксировались с помощью дистанционных методов и применения архивных космических снимков среднего пространственного разрешения. Анализ динамики проводился в границах равнинных ландшафтов Пермского края с учетом границ почвенных контуров. Установлено, что основными природными факторами дифференциации земель по масштабам и темпам их вывода из сельскохозяйственного оборота являются мелкоконтурность сельскохозяйственных угодий и различия в плодородии почв. В первую очередь лесозаращению были подвержены наименее плодородные, а также наиболее трудные для обработки почвы. Самые плодородные почвы подверглись лесозаращению позднее, по мере снижения аграрной деятельности.

Ключевые слова: равнинные ландшафты Пермского края, восстановление лесной растительности, анализ временных рядов, дистанционные методы, Landsat.

DOI: 10.31857/S0024114824010052, EDN: SLXQ TZ

Современное развитие и функционирование природно-антропогенных экосистем Пермского края характеризуются резкими структурными изменениями. Значительные площади возделываемых в течение многих десятилетий земель стали переходить в лесные экосистемы. За три десятка последних лет, в которые наблюдалось активное выпадение пашни из сельскохозяйственного оборота (Prishchepov et al., 2016), произошло формирование новых лесных урочищ (Белорусцева, 2012).

Территории, относящиеся к землям сельскохозяйственного назначения Пермского края, занимают площадь 4302.2 тыс. га, (более 26% от общей площади края 16024 тыс. га). Тем временем общая площадь зарастания сельскохозяйственных угодий составляет 1386 тыс. га (58.8% от общей площади земель сельскохозяйственного назначения Пермского края) (Белоусова, Брыжко, 2021).

Изучение особенностей развития восстановительной сукцессии на землях сельскохозяйственного назначения, кроме решения проблем, связанных с планированием и землеустройством территорий, имеет важное значение в разработке общей теории

динамики и развития экосистем. Возвращение антропогенных комплексов в состав природных при всей неопределенности их нового статуса в структуре ландшафтов является демонстрацией включения механизма фитогенной устойчивости экосистем, направленной на возвращение в исходное состояние — к инвариантным свойствам (Пузаченко, 1983; Ляпунов, 1984; Тишков, 1989; Попова, 2007; Коломыц, 2018).

Целью данной работы является проведение современного анализа лесозаращения почвенных групп на территории сельскохозяйственных угодий. Использование данных дистанционного зондирования Земли совместно с данными полевых обследований для территории равнинных ландшафтов Пермского края проведено впервые.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА

Выявление особенностей современного развития лесных экосистем в структуре ландшафтов Пермского края потребовало проведения специальных исследований, основанных на сравнении

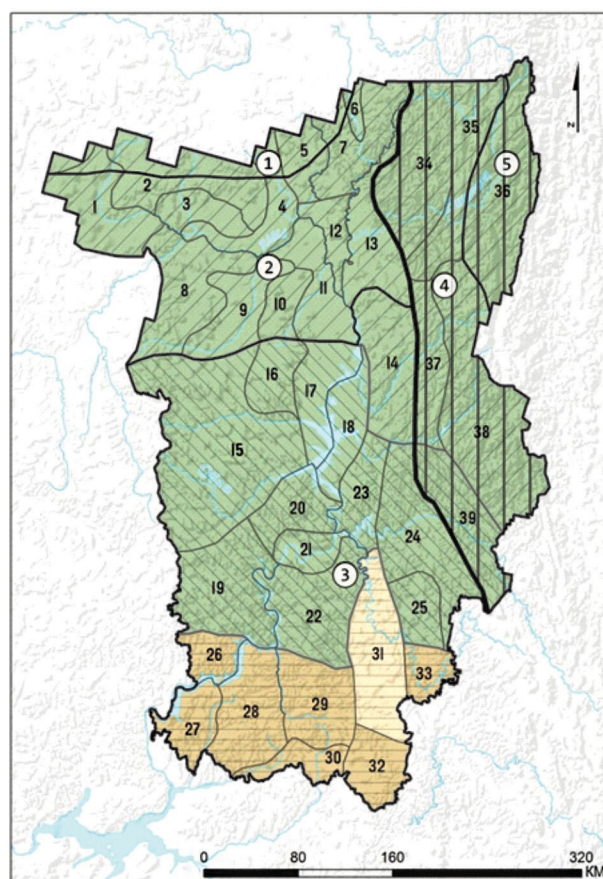


Рис. 1. Ландшафтная карта Пермского края (Назаров, 2011).

Ландшафтные зоны (подзоны)

- Тс – тайга (средняя)
- Тю – тайга (южная)
- П – подтайга

Ландшафтные страны

- Русская равнина
- Урал

Ландшафтные области

- 1 Северные Увалы
- 2 Камско-Мещерская
- 3 Высокое Заволжье
- 4 Западно-Уральская
- 5 Центрально-Уральская

Типы ландшафтов

- Таежные
- Подтаежные
- Лесостепные

Границы

- Ландшафтных зон (подзон)
- Ландшафтных стран
- Ландшафтных областей
- Ландшафтов

Ландшафты

- 1 Веслянский
- 2 Североуральский
- 3 Тимшерский
- 4 Кумикушко-Кельминский
- 5 Немско-Пильвенский
- 6 Немско-Березовский
- 7 Колвинско-Печерский
- 8 Лологский
- 9 Косинский
- 10 Верхнеуролкинский
- 11 Уролкинский
- 12 Камско-Вишерский
- 13 Нижневишерский
- 14 Яйвинский
- 15 Иньвенко-Обвинский
- 16 Верхнекондасский
- 17 Пожвинско-Чермозский
- 18 Висимский
- 19 Нытвенско-Очерский
- 20 Гаревский
- 21 Ласьвинско-Мулянский
- 22 Бабкино-Юговской
- 23 Добрянско-Шалашинский
- 24 Лысьвенский
- 25 Шаквинско-Бардымский
- 26 Частино-Ножовский
- 27 Сайгатский
- 28 Усинско-Бардымский
- 29 Тулвинский
- 30 Буйский
- 31 Иреньско-Кунгурский
- 32 Тойско-Сарский
- 33 Тисовско-Суксунский
- 34 Березовско-Средневишерский
- 35 Верхнеколвинско-Березовский
- 36 Верхневишерский
- 37 Верхнеяйвинский
- 38 Койвинско-Косвинский
- 39 Усьвинско-Чусовской

контуров залесенных территорий на разновременных космических снимках. Для установления динамики и направленности данного процесса принят временной разрыв в десять лет.

На территории Пермского края выделяются две физико-географические страны: Русская равнина и Урал (рис. 1). В зональном отношении регион дифференцируется на тайгу и подтайгу (подтаежную зону). В границах равнины выделяют ландшафтные области: Высокое Заволжье, Камско-Мещерскую и Северные Увалы. На Урале выделяют две области: Центрально-Уральскую и Западно-Уральскую (Назаров, 2011). Выделение в Пермском крае шести ландшафтных провинций предопределило сочетание зональных и аazonальных выделов: провинции таежных Северных Увалов, Камско-Мещерской таежной провинции, провинции таежного Высокого Заволжья, Западно-Уральской таежной провинции, Центрально-Уральской таежной провинции и провинции подтаежного Высокого Заволжья.

Ландшафтная дифференциация проведена в соответствии с принципами зонально-азональной однородности, учитывающими единство геологического фундамента, типа рельефа, климата, истории развития, морфологического строения

(с характерным набором фаций и урочищ) (Исаченко, 1991).

Точкой отсчета наблюдений выбрано начало 1990-х гг., когда начались массовые сокращения возделывания сельскохозяйственных угодий в Пермском Предуралье и РФ в целом. Сравнение контура лесных территорий за последующие десятилетия предоставляет возможность установить направленность в формировании лесных экосистем как за счет появления новых, так и за счет расширения площадей уже ранее существовавших лесных выделов.

Исторические границы контура леса фиксировали путем обработки данных спутниковой программы Landsat, доступных за период с 1984 г. по настоящее время. Успешный опыт использования снимков Landsat для проведения таких исследований на региональном и макрорегиональном уровне описан в работах А. V. Prishchero с соавторами (2012), М. А. Иванова с соавторами (2017), Е. А. Стыценко (2017), Е. А. Сайб с соавторами (2020).

Методика работы включает в себя следующие основные этапы:

- создание коллекции спутниковых снимков и их предобработка;
- создание маски сельскохозяйственных угодий;



Рис. 2. Типичные участки бывшей пашни, зарастающие молодым лесом на опорных участках Пермского края.

- создание масок лесопокрываемых территорий шагом в 10 лет;
- анализ изменения лесистости территории ландшафтов.

Маска сельскохозяйственных угодий представляет собой границы возделываемых сельскохозяйственных угодий, полученных с использованием спутниковых снимков Landsat за 1986–1988 гг., и дополнительных картографических данных о границах несельскохозяйственных земель.

Выделение лесопокрываемых территорий наиболее эффективно производится по снимкам, полученным в период с устойчивым снежным покровом. Дальнейшая классификация выполняется при помощи проведения управляемой классификации снимка по методу максимального правдоподобия (Белоусова, Брыжко, 2021).

Классификация проводилась в целях определения динамики формирования лесных экосистем, в которых выделяют классы лесопокрываемых и нелесопокрываемых территорий для каждого десятилетия (1990-е, 2000-е, 2010-е, 2020-е гг.). При формировании обучающей выборки учитывали результаты выездов на местность, в ходе которых обследовано 156 участков на территории южной части Пермского края.

При проведении выездных работ было выявлено, что данная методика позволяет дешифровать территории лесных экосистем с преобладанием сомкнутой древесной растительности над кустарниками и травяным ярусом (рис. 2). При подобном анализе нет возможности фиксировать все стадии перехода в лесные экосистемы, в особенности с преобладанием травяного яруса, редких кустарников, небольшого подроста с низкой сомкнутостью.

Дополнительный этап изучения динамики лесозарастания территорий, ранее не занятых лесом, проводился в пределах отдельных почвенных выделов путем совмещения результатов классификации границ лесопокрываемых территорий с 1990 по 2020 гг. и границ почвенных контуров, полученных путем

оцифровки почвенной карты Пермской области 1:300000, составленной по материалам почвенного обследования, начавшегося в 1968 г. и проведенного Пермским филиалом института Уралгипрозем и кафедрой почвоведения Пермского сельскохозяйственного института им. академика Д. Н. Прянишникова в 1978 г. Составление карты осуществлялось путем сводки и обобщения крупномасштабных почвенно-картографических материалов. Карта содержит в себе 36 наименований почв в соответствии с указаниями по классификации и диагностике почв, выпущенными в 1967 г., с данными о гранулометрическом составе почв, почвообразующей породе, степени эродированности и каменистости (Кондратьева, Бажукова, 2019). В данной работе наименования почв сгруппированы по типам и приведены в соответствии с наименованиями по классификации и диагностике почв России 2004 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как показал анализ динамики лесозарастания в пределах Пермского края, наблюдается увеличение площади лесных экосистем. Наиболее массово данный процесс проходил на территории наиболее освоенных ландшафтов, где сельскохозяйственные земли составляли значительную долю. В первую очередь лесозарастанию подвергались мелкоконтурные пашни, сенокосы и луга, расположенные в виде вкраплений в лесные массивы. Лесозарастание территории происходило поступательно, начиная от границы существующих лесных массивов в глубь полей. Как правило, первыми из оборота исключались участки, наименее удобные в сельскохозяйственном использовании. К таким территориям относились поля, расположенные на значительном удалении от населенных пунктов и имеющие неразвитую дорожную сеть. Переставали использоваться участки с высокими значениями уклона и сильно расчлененным рельефом. В дальнейшем процессы зарастания полей массово фиксировались и вблизи населенных пунктов, по мере потери интереса крупных аграрных предприятий

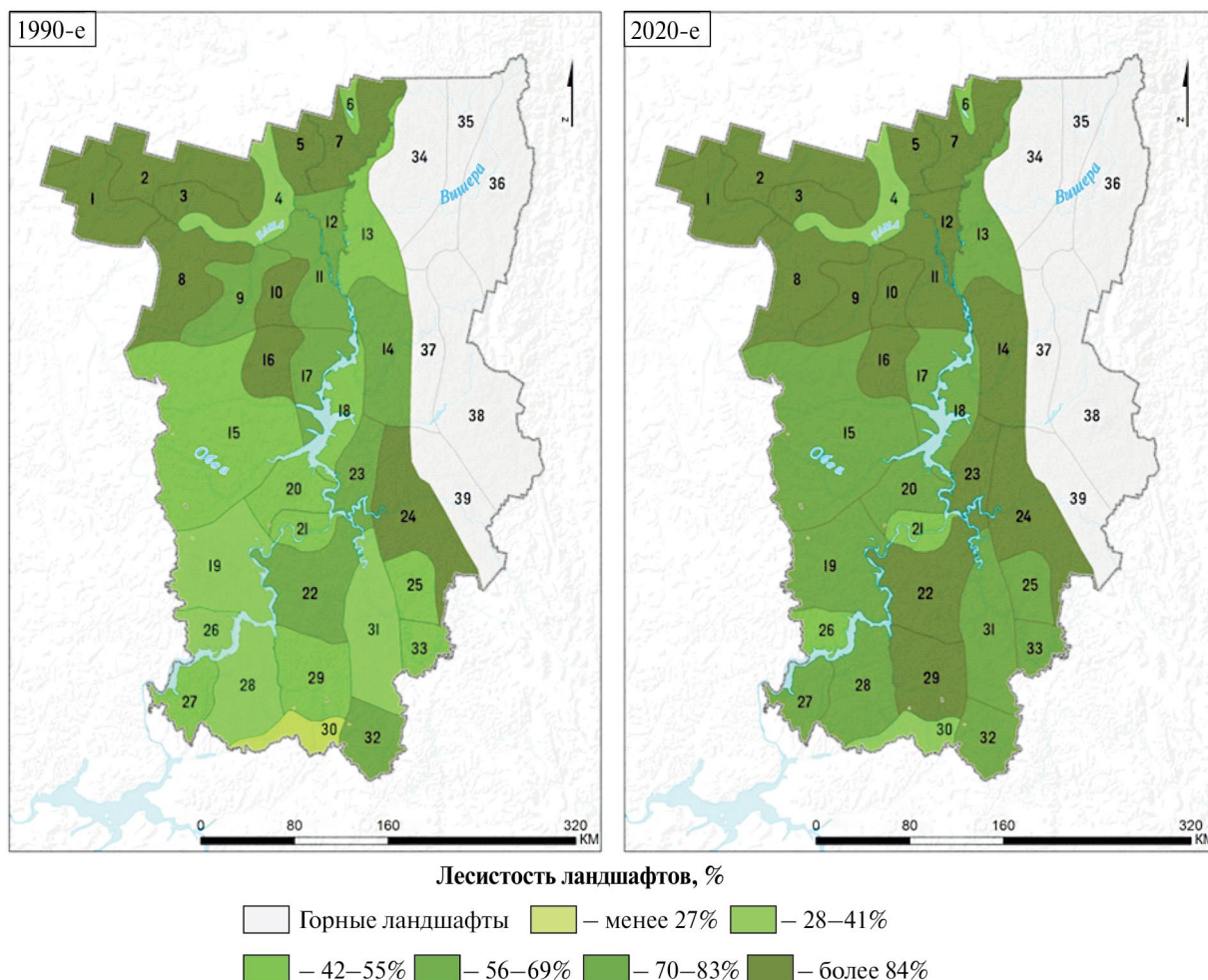


Рис. 3. Лесистость равнинных ландшафтов Пермского края в 1990 и 2020 гг.

к сельскохозяйственному использованию таких земель.

На рис. 3 видно, что наибольшим приростом лесных площадей отличаются ландшафты южнотаежной подзоны и подтаежной зоны, в которых лесистость с 50–60% за три десятилетия увеличилась до 75–80%. Рекордное увеличение лесных площадей с 44.2 до 70.7% произошло в лесостепном ландшафте. Минимальным же приростом характеризовались среднетаежные ландшафты, их увеличение составило всего 5–10%.

В ландшафтах южной тайги значительный прирост новых лесных экосистем произошел в первое десятилетие (7.3%). В большинстве случаев леса возрождались на территориях небольших полей, лугов и сенокосов, часто встречавшихся в виде вкраплений в лесные массивы. В период с 2000 по 2010 гг. наблюдался небольшой спад в интенсивности данного процесса. Почти двукратное увеличение скорости лесозарастания (11.1%) происходит в последнее десятилетие, что становится главной особенностью развития процесса для всех ландшафтов, лежащих к югу от средней тайги.

В ландшафтах подтаежной зоны снижение скорости прироста лесного покрова фиксировалось во второе десятилетие, но затем так же, как и в ландшафтах южной подзоны, происходил ее скачок — прирост на 12.5% в период с 2010 по 2020 г. Территория подтаежной зоны в Пермском крае была и сегодня остается наиболее развитой и востребованной в сельскохозяйственном использовании. Возможно, именно поэтому относительно умеренные темпы сокращения обрабатываемых площадей сохранялись в первые два десятилетия с начала 1990-х гг.

В первое десятилетие территория подтаежного лесостепного ландшафта не подвергается лесозарастанию в связи с сохранением интенсивного землепользования на наиболее плодородных почвах. Основной прирост приходится на два последних десятилетия, когда лесистость ландшафта увеличивается с 44.19 до 70.72% (рис. 4).

Для ландшафта, попадающего в пределы городской агломерации г. Перми (рис. 4) наблюдается такая же тенденция, как и для южнотаежных ландшафтов, — основной прирост лесных экосистем

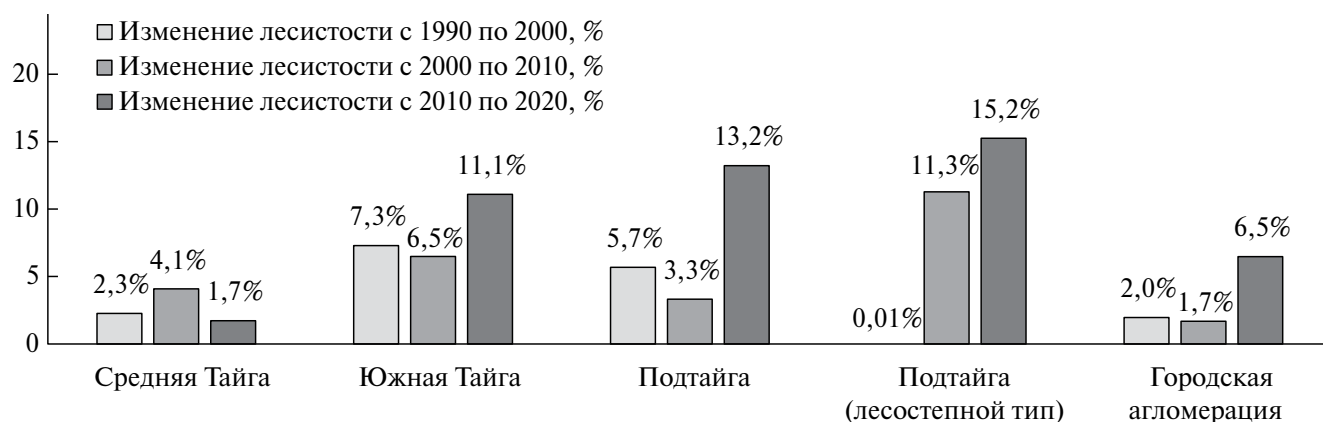


Рис. 4. Средний прирост лесистости ландшафтов в разрезе зон (подзон) и в специальных ландшафтах Пермского края (лесостепной тип и городская агломерация).

произошел в последнее десятилетие. Отличие состоит лишь в том, что из-за близости к городу темпы лесозарастания в нем в первые два десятилетия поддерживались на уровне 1,7–2,0%. С 2010 г. скорость лесозарастания составила уже почти 6,5%. Причиной трехкратного ускорения, по-видимому, следует считать увеличение темпов поляризации аграрного пространства, происходящего в Пермской городской агломерации в последнее десятилетие (Блусь и др., 2016).

Более детально прирост лесных территорий на землях бывших сельскохозяйственных угодий

и интенсивность данного процесса можно проследить на примере анализа изменения площадей отдельных типов почв, подвергающихся лесозарастанию.

Порядок групп почв (сверху вниз) отображен от наиболее плодородных к наименее плодородным, в соответствии с расчетным баллом бонитета по наиболее подходящему для территорий Нечерноземья методу А.С. Фатьянова (1959). В данной методике учитываются такие показатели, как содержание в пахотном слое гумуса и физической глины (%), емкость катионного поглощения (мг-экв),

Таблица 1. Лесозарастание (%) почвенных выделов на территории равнинных ландшафтов Пермского края за период с 1990 по 2020 гг.

Наименование типа почв	Лесистость на 1990-е	Изменение лесистости на настоящее время	Незалесенные территории
Черноземы оподзоленные	32.99	35.14	31.87
Темно-серые лесные	32.18	29.71	38.11
Дерново-карбонатные	32.26	29.80	37.94
Пойменные	48.74	20.94	30.32
Серые лесные	42.04	24.26	33.69
Светло-серые лесные	44.52	24.59	30.89
Дерново-подзолистые преимущественно неглубокоподзолистые	56.28	24.99	18.73
Дерново-подзолистые преимущественно мелкоподзолистые	57.97	22.56	19.46
Дерново-глеевые	46.01	25.11	28.88
Дерново-подзолистые преимущественно неглубокоподзолистые	81.23	9.47	9.30
Дерново-подзолистые преимущественно глубокоподзолистые	85.04	6.92	8.03
Подзолистые, преимущественно неглубокоподзолистые	90.76	3.42	5.82
Подзолы	86.98	3.44	9.58
Подзолистые, преимущественно мелкоподзолистые	94.08	1.96	3.96
Почвы овражно-балочного комплекса	53.22	27.11	19.68
Торфянисто-подзолисто-глеевые	64.70	3.30	32.00
Торфяные болотные низинные	53.46	14.21	54.89
Торфяные болотные верховые	43.83	1.28	54.89

Таблица 2. Класс бонитета типов почв в опорных и специальных ландшафтах Пермского края

Класс бонитета ¹	Наименование почвенных групп
1	Черноземы оподзоленные
2	Дерново-карбонатные; темно-серые лесные
3	Пойменные; светло-серые лесные; серые лесные
4	Дерново-подзолистые преимущественно неглубокоподзолистые
5	Дерново-подзолистые преимущественно мелкоподзолистые
6	Дерново-глеевые; дерново-подзолистые преимущественно неглубокоподзолистые
7	Дерново-подзолистые преимущественно глубокоподзолистые; подзолистые, преимущественно неглубокоподзолистые; подзолы
8	Подзолистые, преимущественно мелкоподзолистые; почвы овражно-балочного комплекса; торфянисто-подзолисто-глеевые; торфяные болотные верховые и низинные

Примечание.¹ — класс бонитета по методу А. С. Фатьянова (1959).

обменная кислотность. Затем проводится последовательное умножение на поправочные коэффициенты, связанные с эродированностью, заболоченностью и каменистостью территорий, после чего происходит группировка по классам бонитета в зависимости от балла бонитета (табл. 2).

Как видно из табл. 1, “стартовая” (на 1990 г.) степень лесистости в пределах рассматриваемых групп почв имеет тесную связь с их плодородием — чем оно выше, тем ниже степень лесистости почвенных выделов. Смена данной закономерности отчетливо проявляется для почв овражно-балочного комплекса, торфянисто-подзолисто-глеевых и торфяных болотных. Прирост лесных экосистем в пределах данных почв в последние три десятилетия невелик, поскольку “не лесные” территории в пределах их выделов занимали в основном не сельскохозяйственные угодья, а неудобицы — сырые луга и болота.

Роль почвенных условий в дифференциации земель на используемые в сельском хозяйстве и переводимые в залежи (впоследствии многие из них постепенно переходили в молодые леса) также имеет определенное значение в изменении пространственно-временной структуры земель в Пермском крае. Прежде всего забрасывались наименее плодородные и/или наиболее трудные для обработки

почвы — дерново-глеевые, торфяно-болотные и дерновые тяжелосуглинистые.

Переходя к рассмотрению вопроса о развитии вторичных сукцессий на разных типах почв в разных природных зонах и/или относящихся к разным типам ландшафтов, можно отметить некоторые особенности развития данного процесса в пространстве и времени.

Анализ темпов лесозарастания самых плодородных типов почв (темно-серых, светло-серых и серых лесных), расположенных в пределах таежной и подтаежной зон, показал, что в подтаежной зоне данный процесс проходил активнее на 5–10%. Увеличение лесистости для относительно плодородных пойменных почв проходило от среднетаежной подзоны через южнотаежную подзону к подтаежной зоне (соответственно — 8.09, 27.40, 25.83%). Для почвенных выделов с более низкой степенью плодородия направленность изменения скорости лесозарастания сменяется на противоположную. Для пары южная тайга и подтайга значения прироста для дерново-подзолистых преимущественно неглубокоподзолистых почв составляют соответственно 29.37 и 14.72%, дерново-подзолистых преимущественно мелкоподзолистых — 27.69 и 17.95%.

Рассматривая вопрос о различиях в скорости и масштабах развития лесной растительности на землях, расположенных в разных типах ландшафта, нельзя обойти вниманием и проблему их устойчивости к антропогенным воздействиям. Как показали результаты изучения динамики лесных экосистем в пределах лесостепного ландшафта, фитогенные механизмы его устойчивости однозначно поддерживали “лесной” вариант сукцессионных изменений. Это показывают высокие темпы и масштабы лесозарастания забрасываемых сельхозугодий. По-видимому, длительное освоение ландшафта под сельское хозяйство привело к значительной трансформации механизмов его устойчивости как системы. На высокую скорость и масштабы лесовосстановления лесостепного ландшафта, безусловно, повлиял и высокий процент плодородных почв в его пределах.

Сравнительный анализ темпов восстановления лесных экосистем в пределах таежных ландшафтов и лесостепного ландшафта путем замещения антропогенных комплексов на природно-антропогенные косвенно подтверждает мнение ряда ученых физико-географов, что степь и лесостепь — явления преимущественно антропогенного происхождения и лес, по сравнению с ними, имеет более высокие конкурентные особенности (Тишков, 1986, 1989; Терехин, Чендев, 2018).

ВЫВОДЫ

В ходе разновременного анализа установлено, что основными факторами вывода земель из

сельскохозяйственного оборота и их последующего лесозарастания является снижение интереса к возделыванию, вызванному экономическим кризисом, а также изменение формы владения земельными участками. Прежде всего забрасыванию подверглись экономически неудобные территории, такие как мелкоконтурные сельскохозяйственные угодья, труднодоступные для механизированной обработки, и территории с низким плодородием почв.

Анализ лесозарастания почвенных групп в пределах равнинных ландшафтов выявил, что в первую очередь забрасывались наименее плодородные, а также наиболее трудные для обработки почвы (дерново-глеевые, пойменные, дерново-подзолистые преимущественно мелко- и неглубокоподзолистые). Их лесистость увеличилась с 46–58% до 70–81%.

Самые плодородные группы почв (черноземы оподзоленные, темно-серые, светло-серые и серые лесные) подвергались активному лесозарастанию, начиная с 2000-х годов, в связи с их более продолжительным аграрным использованием. Однако лесистость таких почв увеличилась на 25–35% и на текущий момент составляет 61–70%.

Почвы с низким плодородием (торфянисто-подзолисто-глееватые, торфяные болотные верховые и низинные) имеют изначально низкую лесистость 44–64%, а ее увеличение затронуло всего 1–14% территорий, где изначально не залесенные территории занимали не сельскохозяйственные угодья, а сырые луга и болота.

Степень лесозарастания в пределах рассматриваемых групп почв имеет тесную связь с их плодородием. Чем выше плодородие, тем ниже степень лесозарастания. Данная закономерность сохранилась и на сегодняшний день, несмотря на значительные площади лесовосстановления на плодородных землях.

Исследование выполнено при поддержке Пермского научно-образовательного центра “Рациональное недропользование”, 2023.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Белорусцева Е.В. Мониторинг состояния сельскохозяйственных угодий Нечерноземной зоны Российской Федерации // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 1. С. 57–64.

Белоусова А.П., Брыжко И.В. Анализ зарастания сельскохозяйственных угодий на территории Пермского края по спутниковым снимкам Landsat // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2021. Т. 27. № 4. С. 150–161.

DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-150-161

Блусь П.И., Ганин О.Б., Ганин И.О., Сибиряков А.П. Пространственные аспекты стратегического планирования развития муниципалитетов (на примере Пермского муниципального района) // Ars Administrandi. Искусство управления. 2016. № 2. С. 69–103.

Иванов М.А., Прищепов А.В., Голосов В.Н. и др. Методика картографирования динамики пахотных угодий в бассейнах рек Европейской территории России за период 1985–2015 гг. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14. № 5. С. 161–171.

Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. М.: Высшая школа, 1991. 366 с.

Коломыц Э.Г. Избранные очерки географической экологии: Часть I. Базовый ландшафтно-экологический анализ // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2018. Т. 27. № 1. С. 15–129.

Кондратьева М.А., Бажукова Н.В. Почвенное картографирование от истоков до наших дней (на примере Пермского края) // Российский журнал прикладной экологии. 2019. № 3 (19).

Ляпунов А.А. Кибернетический подход к теоретической биологии // Кибернетика живого. Биология и информация. М.: Наука, 1984. С. 38–44.

Назаров Н.Н. География Пермского края. Ч. I. Природная (физическая) география. Пермь, 2011. 139 с.

Попова Н.В. Оценка интенсивности процессов трансформации органического вещества подстилки для диагностики устойчивости экосистем // Вестник РУДН. Сер. Экология и безопасность жизнедеятельности. 2007. № 1. С. 27–31.

Пузаченко Ю.Г. Инвариантность геосистем и их компонентов // Устойчивость геосистем. М.: Наука, 1983. С. 32–40.

Сайб Е.А., Безбородова А.Н., Соловьев С.В., Миллер Г.Ф., Филимонова Д.А. Выявление разновозрастных залежей на эрозионно-опасных территориях юга Западной Сибири с применением геоинформационных технологий // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2020. Т. 17. № 4. С. 129–136.

Стыценок Е.А. Возможности распознавания сельскохозяйственных угодий с использованием методики совместной автоматизированной обработки разносезонных многозональных космических изображений // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 1. № 5. С. 172–183.

Терехин Э.А., Чендев Ю.Г. Оценка изменения лесистости в современный период на юге Среднерусской возвышенности с использованием материалов разновременных космических съемок // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. № 3. С. 114–126.

Тишков А.А. Географические закономерности сукцессий развития // Зональные закономерности динамики экосистем. М.: Наука, 1986. С. 18–40.

Тишков А.А. Фитогенные механизмы устойчивости наземных геосистем // Факторы и механизмы устойчивости геосистем. М.: Наука, 1989. С. 93–103.

Фатьянов А.С. Агропочвенное районирование и относительная оценка почв // Почвоведение. 1959. № 6.

Prishchepov A.V., Müller D., Baumann M., Kuemmerle T., Alcantara C., Volker C. Radeloff. Underlying Drivers and Spatial Determinants of post-Soviet Agricultural Land Abandonment in Temperate Eastern Europe // *Land-Cover and Land-Use Changes in Eastern Europe after the Collapse of the Soviet Union in 1991, 2016*. P. 91–117.

Prishchepov A.V., Radeloff V.C., Baumann M., Kuemmerle T., Müller D. Effects of institutional changes on land use: agricultural land abandonment during the transition from state-command to market-driven economies in post-Soviet Eastern Europe // *Environ Res Lett.* 2012a. № 7 (2). (June 1): 024021.

Landscape Features Affecting the Dynamics of Forest Growth on Agricultural Lands of the Perm Territory

A. P. Belousova^{1, *}

¹Perm State University,

Bukireva st., 15, Perm, 614990 Russian Federation

*E-mail: uran399@mail.ru

The dynamics of forest growth on agricultural lands has been studied since the 1990s, which was the starting point of a massive reduction in their cultivation intensity. The total area of the overgrown agricultural land in the Perm Territory reached 58.8% of the total area of agricultural land as of 1985. The boundaries of the forested lands were recorded using remote sensing methods and the archival satellite images of medium spatial resolution. The dynamics analysis was carried out within the flat part of the Perm Territory, taking into account the soil regions' boundaries. It has been established that the main natural factors of lands differentiation in terms of the scale and rate of their withdrawal from agricultural use are the small scale or uneven terrain of separate agricultural lands, making it less accessible for the agricultural machines, and differences in soil fertility. The least fertile soils, as well as the most difficult to cultivate, were the first to become susceptible to forest overgrowth. The more fertile soils were reforested later, as agricultural activity declined.

Keywords: flat landscapes of the Perm Territory, reforestation, timelines analysis, remote sensing, Landsat.

REFERENCES

Belorustseva E.V., Monitoring sostoyaniya sel'skokhozyaistvennykh ugodii Nechernozemnoi zony Rossiiskoi Federatsii (Monitoring the condition of agricultural land in the Non-Chernozem Zone of the Russian Federation), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2012, Vol. 9, No. 1, pp. 57–64.

Belousova A.P., Bryzhko I.V., Analiz zarastaniya sel'skokhozyaistvennykh ugodii na territorii Permskogo kraya po sputnikovym snimkam Landsat (Analysis of overgrowing of agricultural lands on the Perm region based on Landsat satellite images), *InterKarto. InterGIS*, 2021, Vol. 27, No. 4, pp. 150–161. DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-150-161

Blus' P.I., Ganin O.B., Ganin I.O., Sibiryakov A.P., Prostranstvennye aspekty strategicheskogo planirovaniya razvitiya munitsipalitetov (na primere Permskogo munitsipal'nogo raiona) (Spatial aspects of strategic planning of municipal development (the case of Perm municipal district)), *Ars Administrandi. Iskustvo upravleniya*, 2016, pp. 69–103.

Fat'yanov A.S., Agropochvennoe raionirovanie i otnositel'naya otsenka pochv (Agro-soil zoning and relative soil assessment), *Pochvovedenie*, 1959, No. 6, pp. 16–22.

Isachenko A.G., *Landshaftovedenie i fiziko-geograficheskoe raionirovanie* (Landscape science and physical-geographical zoning), Moscow: Vysshaya shkola, 1991, 366 p.

Ivanov M.A., Prishchepov A.V., Golosov V.N., I Dr., Metodika kartografirovaniya dinamiki pakhotnykh ugodii v

basseinakh rek Evropeiskoi territorii Rossii za period 1985–2015 gg. (Method of croplands dynamics mapping in river basins of the European part of Russia for the period of 1985–2015), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2017, Vol. 14, No. 5, pp. 161–171.

Kolomyts E.G., Izbrannye ocherki geograficheskoi ekologii: Chast' I. Bazovyi landshaftno–ekologicheskii analiz (Selected Essays of geographical ecology: Part I. Basic landscape-ecological analysis), *Samarskaya Luka: problemy regional'noi i global'noi ekologii.*, 2018, Vol. 27, No. 1, pp. 15–129.

Kondrat'eva M.A., Bazhukova N.V., Pochvennoe kartografirovanie ot istokov do nashikh dnei (na primere Permskogo kraya) (Mapping of soils since its inception to our days (on the example of the Perm region)), *Rossiiskii zhurnal prikladnoi ekologii*, 2019, No. 3 (19), pp. 28–34.

Lyapunov A.A., Kiberneticheskii podkhod k teoreticheskoi biologii (Cybernetic approach to theoretical biology), In: *Kibernetika zhivogo. Biologiya i informatsiya (Cybernetics of the living. Biology and information)* Moscow: Nauka, 1984, pp. 38–44.

Nazarov N.N., *Geografiya Permskogo kraya* (Geography of the Perm region), Perm, 2011, Part I, Natural (physical) geography, 139 p.

Popova N.V., Otsenka intensivnosti protsessov transformatsii organicheskogo veshchestva podstilki dlya diagnostiki ustoyichivosti ekosistem (Technique of an estimation of intensity of decomposition of the dead vegetative rests containing in a

laying of areas), *Vestnik RUDN, Seriya Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*, No. 1, pp. 27–31.

Prishchepov A.V., Müller D., Baumann M., Kuemmerle T., Alcantara C., Volker C., Radeloff. Underlying Drivers and Spatial Determinants of post-Soviet Agricultural Land Abandonment in Temperate Eastern Europe, In: *Land-Cover and Land-Use Changes in Eastern Europe after the Collapse of the Soviet Union in 1991*, 2016, pp. 91–117.

Prishchepov A.V., Radeloff V.C., Baumann M., Kuemmerle T., Müller D., Effects of institutional changes on land use: agricultural land abandonment during the transition from state–command to market-driven economies in post-Soviet Eastern Europe, *Environ Res Lett.*, 2012a, No. 7 (2), (June 1): 024021.

Puzachenko Y.G., Invariantnost' geosistem i ikh komponentov (Invariance of geosystems and their components), In: *Ustoichivost' geosistem* (Stability of geosystems), Moscow: Nauka, 1983, pp. 32–40.

Saib E.A., Bezborodova A.N., Solov'ev S.V., Miller G.F., Filimonova D.A., Vyyavlenie raznovozrastnykh zalezhei na erozionno-opasnykh territoriyakh yuga Zapadnoi Sibiri s primeneniem geoinformatsionnykh tekhnologii (Identification of different age fallows on erosion-hazardous territories of the South of Western Siberia using geo-information technologies), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2020, Vol. 17, No. 4, pp. 129136.

Stytsenko E.A., Vozmozhnosti raspoznavaniya sel'skokhozyaystvennykh ugodii s ispol'zovaniem metodiki sovmestnoi avtomatizirovannoi obrabotki raznosezonnykh mnogozonal'nykh kosmicheskikh izobrazhenii (Evaluation of the possibilities to classify agricultural lands using multi-seasonal satellite data processing), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2017, Vol. 1, No. 5, pp. 172–183.

Terekhin E.A., Chendev Y.G., Otsenka izmeneniya lesistosti v sovremennyyi period na yuge Srednerusskoi vozvyshennosti s ispol'zovaniem materialov raznovremennykh kosmicheskikh s"emok (Estimation of forest cover changes during modern period in the south of the Central Russian Upland using multiyear remote sensing data), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2018, Vol. 15, No. 3, pp. 114–126.

Tishkov A.A., Fitogennyye mekhanizmy ustoichivosti nazemnykh geosistem (Phytogenic mechanisms of stability of terrestrial geosystems), In: *Faktory i mekhanizmy ustoichivosti geosistem* (Factors and mechanisms of stability of geosystems), Moscow: Nauka, 1989, pp. 93–103.

Tishkov A.A., Geograficheskie zakonomernosti suksessii razvitiya (Geographical patterns of development successions), In: *Zonal'nye zakonomernosti dinamiki ekosistem* (Zonal patterns of ecosystem dynamics), Moscow: Nauka, 1986, pp. 18–40.