

УДК 581.524.3:911.552(470.53)(045)

*А.П. Белоусова, Н.Н. Назаров***СКОРОСТЬ И МАСШТАБЫ РАЗВИТИЯ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ СУКЦЕССИЙ  
В ТАЕЖНЫХ И ЛЕСОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТАХ ПЕРМСКОГО ПРИКАМЬЯ  
(НА ПРИМЕРЕ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ)**

Изучение скорости и масштабов развития лесистости на землях сельскохозяйственного назначения в Пермском Прикамье осуществлялось на примере таежного и лесостепного типов ландшафтов. Для проведения исследования были выбраны Бабкинско-Юговской и Иреньско-Кунгурский ландшафты. С помощью дистанционного зондирования получена информация о состоянии геосистем в разные годы. Все ландшафтные изменения фиксировались в период времени со сформировавшимся устойчивым снежным покровом. В результате изображения были разделены на два класса – лесопокрытые и безлесные территории. Установлено, что основными природными факторами дифференциации земель по масштабам и темпам их вывода из сельскохозяйственного оборота являются мелко-контурность сельскохозяйственных угодий и различия в плодородии почв. Скорость прироста лесных геосистем в пределах лесостепного ландшафта оказалась в 2,5 раза выше, чем у таежного. Изучение динамики лесистости показало, что в Пермском Прикамье в лесостепном ландшафте замещение антропогенных геосистем на природно-антропогенные («дичающие») сопровождается развитием лесного биогеоценоза, а не степного.

*Ключевые слова:* лесистость, восстановительные сукцессии, сельскохозяйственные угодья, устойчивость геосистем, ландшафт, лесостепь, дистанционные методы, разновременные космические снимки.

DOI: 10.35634/2412-9518-2021-31-4-416-424

Изучение особенностей развития восстановительной сукцессии на землях сельскохозяйственного назначения кроме решения проблем, связанных с планированием и землеустройством территорий, имеет важное значение и в разработке общей теории динамики и развития геосистем. Возвращение антропогенных комплексов в состав природных при всей неопределенности их нового статуса в структуре ландшафтов является демонстрацией включения механизма фитогенной устойчивости геосистем, направленной на возвращение в исходное состояние – возвращение к инвариантным свойствам [1-5].

Анализ работ, посвященных динамике и развитию ландшафтов, показал, что до настоящего времени слабоизученным остается вопрос о различиях в *потенциале* инвариантности ландшафтов, отличающихся принадлежностью к разным природным зонам и провинциям [6-9]. Наиболее актуальным видится решение этого вопроса для таких пар, как подтайга – лесостепь и тайга – лесостепь. Различия в комбинациях первых членов в этих парах можно объяснить наличием случаев выклинивания подтаежной зоны, обычно связанных с провинциальными особенностями территории. Определенным вкладом в разработку данной проблемы является изучение скорости и масштабов развития восстановительных сукцессий (залесения) на землях бывших сельскохозяйственных угодий, расположенных в разных типах ландшафта – тайги и лесостепи. На территории Пермского Прикамья такой парой для исследования нами были выбраны Бабкинско-Юговской и Иреньско-Кунгурский ландшафты (рис. 1).

**Объекты и методы исследований**

*Бабкинско-Юговской ландшафт* (БЮЛ) располагается на периферии подзоны южной тайги. С юга и востока его окружают ландшафты, относящиеся, соответственно, к ландшафтам подтаежного и лесостепного типов [10; 11]. Отличительной чертой БЮЛ от смежных геосистем выступает высокая степень горизонтальной и вертикальной расчлененности, обусловленная его принадлежностью к северной оконечности Тулвинской возвышенности [12]. Густота долинного расчленения достигает 0,6–0,8 км/км<sup>2</sup> при глубине местных базисов эрозии – 150–200 м. Преобладающая величина крутизны склонов составляет 8–15°. В самой высокой центральной части ландшафта на дневную поверхность выходят терригенные отложения казанского яруса, ближе к склонам речных долин преобладают отложения уфимского яруса. Основными почвенными разностями на территории БЮЛ являются дерново-мелкоподзолистые и дерново-глубокоподзолистые. Все остальные типы почв составляют около 23,26 %.

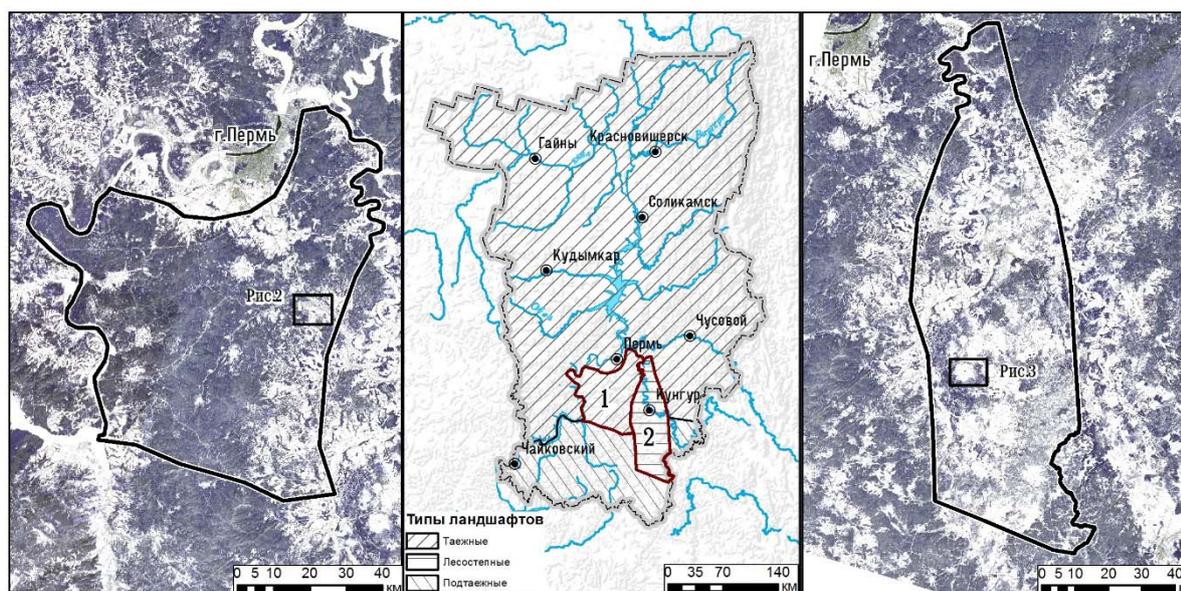


Рис. 1. Бабкинско-Юговской и Иреньско-Кунгурский ландшафты

Лесная растительность в пределах ландшафта представлена елово-пихтовыми и пихтово-еловыми южно-таежными лесами. В южной части площадь темнохвойных лесов постепенно снижается, а на более богатых гумусом почвах увеличивается доля смешанных широколиственных лесов. На террасах р. Кама и на отдельных участках возвышенности встречаются сосновые леса.

*Иреньско-Кунгурский ландшафт* (ИКЛ), представляющий в Пермском Прикамье лесостепной тип ландшафта, территориально входит в состав подтаежной зоны [10; 11]. Ландшафт четко вписывается в контуры Сылвенского кряжа – северной оконечности Уфимского плато. Густота долинного расчленения его поверхности редко достигает значений  $0,2-0,4 \text{ км/км}^2$ , обычно – менее  $0,2 \text{ км/км}^2$ . Типичная глубина местных базисов эрозии составляет 50–100 м. Преобладающая крутизна склонов – около  $2^\circ$  [12]. Типичный пейзаж ландшафта составляют ровные субгоризонтальные поверхности водоразделов немногочисленных рек. Практически повсеместное развитие здесь карстующихся пород (известняков, гипсов, доломитов нижней перми) привело к формированию здесь уникального для подтаежной зоны ландшафтного феномена – «острова» Кунгурской лесостепи. Немногочисленные коренные урочища лесостепи, сохранившиеся среди сельскохозяйственных модификаций ландшафтов, представлены березовыми колками с луговым разнотравьем. Лишь местами, в основном по крутым склонам и неудобиям, здесь встречаются сосновые или елово-пихтовые леса. Почвы ИКЛ, по сравнению с почвами других ландшафтов Пермского Прикамья, отличаются высоким природным плодородием – оподзоленные черноземы, серые лесные и дерново-мелкоподзолистые почвы в сумме составляют около 80 % от всей территории ландшафта.

Изучение динамики участков, покрытых лесной и/или кустарниковой растительностью в пределах ландшафтов, включающих в себя и активно зарастающие вырубki, проводилось с применением данных дистанционного зондирования Земли, поскольку только с их помощью стало возможным обеспечить большой пространственный и разновременной охват территории при проведении исследований. Для этого были использованы открытые спутниковые данные Landsat, позволяющие производить оценку изменений растительного покрова в разрезе нескольких десятилетий [13–17].

Методика исследований включала в себя проведение сравнительного анализа разновременных космических снимков со спутников программы Landsat [18]. Получение всей необходимой информации о состоянии геосистем в разные годы проходило с помощью управляемой классификации по методу максимального подобия. Все ландшафтные изменения фиксировались в период времени со сформировавшимся устойчивым снежным покровом. В результате изображения разделялись на два класса – лесопокрываемые и безлесные территории. Для классификации использовались композитные снимки, созданные на основе комбинации «Искусственные цвета» (ближний инфракрасный, красный и зеленый спектральные каналы) [19]. Изучение динамики лесистости проводилось с использованием спутниковых данных с шагом в 10 лет (рис. 2).

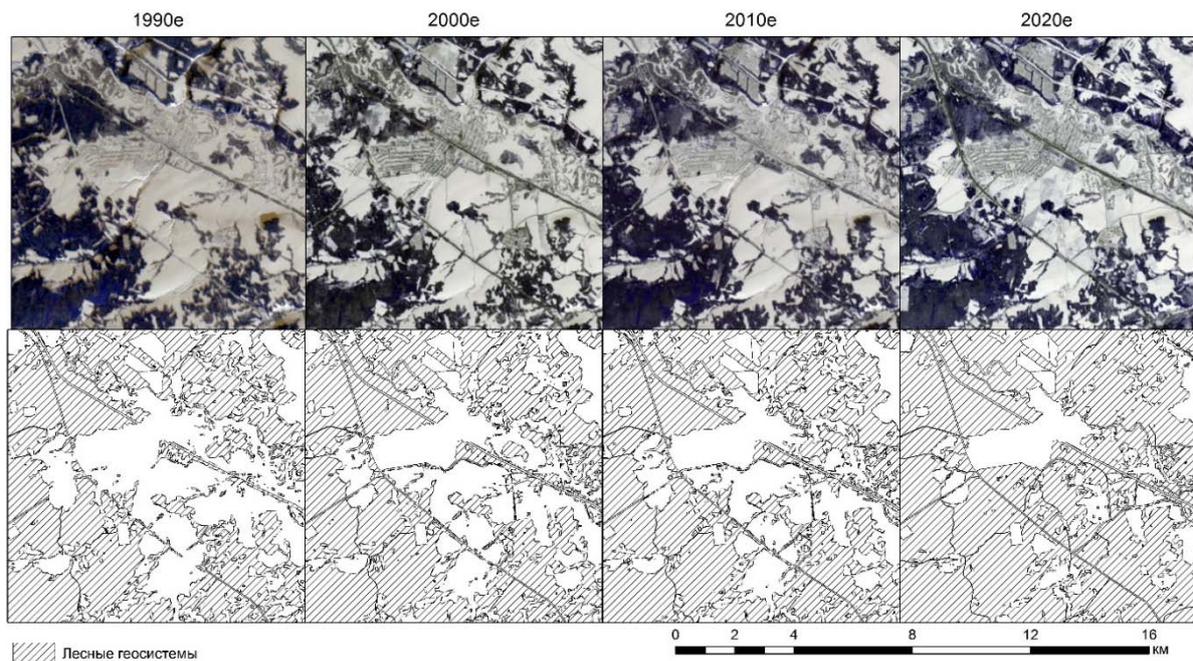


Рис. 2. Пример классификации лесопокрытых и безлесных территорий БЮЛ с использованием зимних снимков

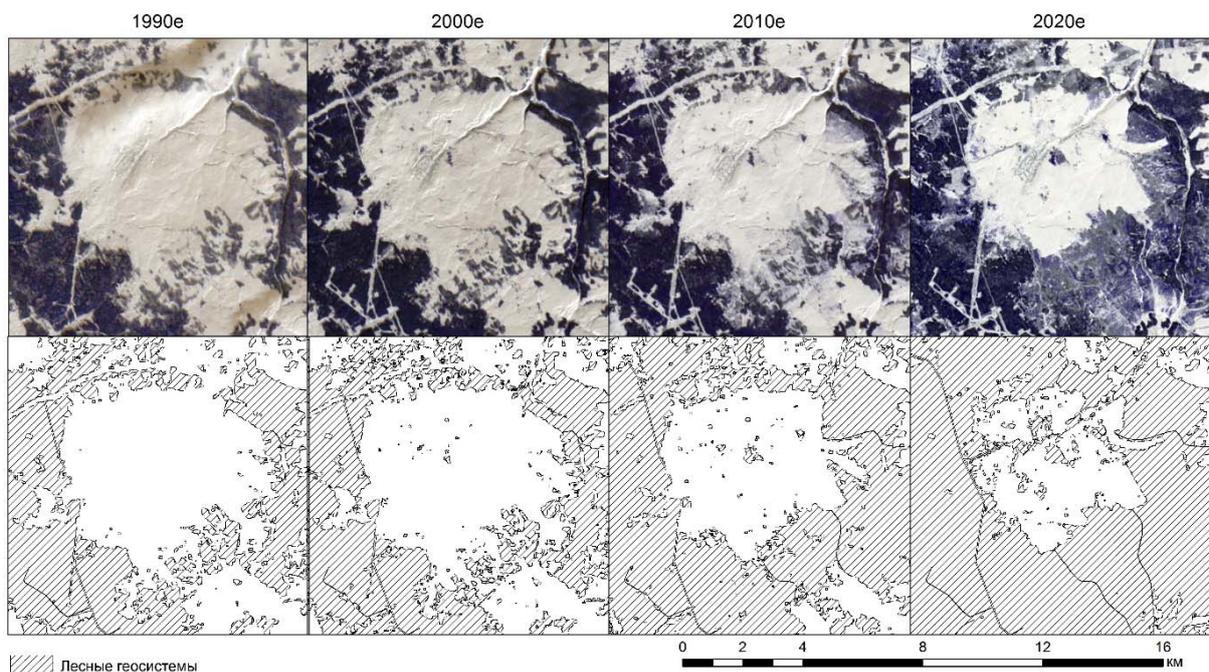


Рис. 3. Пример классификации лесопокрытых и безлесных территорий ИКЛ с использованием зимних снимков

Изучение динамики зарастания территорий, ранее не занятых лесом, в пределах отдельных почвенных контуров производилось путем совмещения результатов классификации границ лесопокрытых территорий с 1990 по 2020 г. и границ почвенных контуров, полученных путем оцифровки почвенной карты Пермской области 1:300000 (1978 г.).

### Результаты и их обсуждение

В ходе изучения процессов восстановительных сукцессий на территориях двух ландшафтов были проанализированы спутниковые данные с шагом в 10 лет. Динамика изменения лесистости в них представлена на рис. 4.

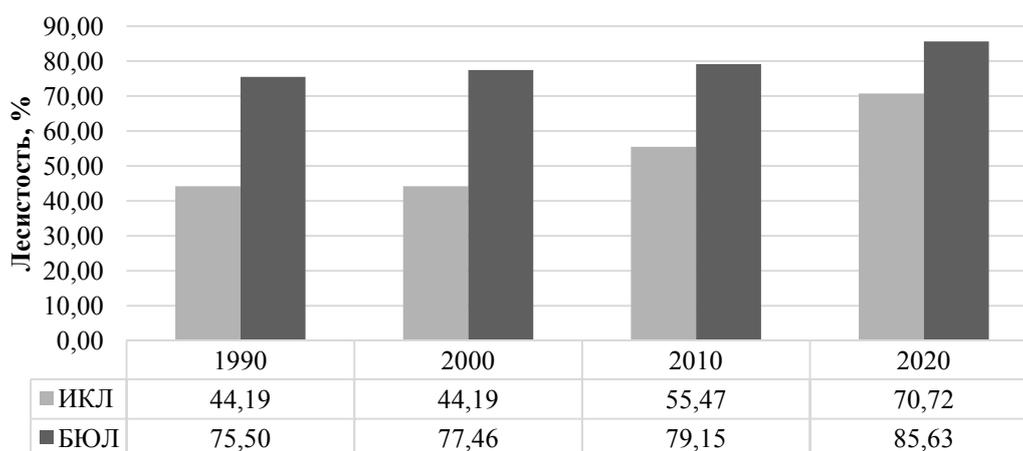


Рис. 4. Динамика изменения лесистости на территории БЮЛ и ИКЛ за период с 1990 по 2020 г.

Исследования показали, что за последние 30 лет лесистость в БЮЛ увеличилась с 75,5 до 85,63 %. В состав лесных геосистем перешло 58,25 тыс. га, ранее занятых в основном сельскохозяйственными угодьями. Наибольший прирост площадей, на которых произошло развитие восстановительных сукцессий, относится к периоду 2010–2020 гг. – 37,25 тыс. га (6,48 %). В ИКЛ за три десятка лет лесистость увеличилась с 44 % до 70 %. Основной прирост пришелся на два последних десятилетия и составил более 25 %. В обоих ландшафтах данным процессом были затронуты в основном сельскохозяйственные угодья. Залесение территории происходило поступательно, начиная от кромки леса (от существующих лесных массивов) в глубь полей. В первую очередь переходу в лесные геосистемы подвергались мелкоконтурные пашни и луга.

Более детально прирост площади лесных геосистем и его пространственную дифференциацию можно проследить на изменениях контуров лесных участков, спроецированных на почвенные выделы. Предваряя рассмотрение результатов о скорости и масштабах развития лесистости, необходимо отметить особенности структуры почв в каждом из ландшафтов (таблица). Кроме заметных различий в доле распространения некоторых типов почв (например, в БЮЛ серые лесные составляют 0,63 %, а в ИКЛ – 12,23 %, светло-серые лесные – соответственно 4,59 % и 20,93 %), некоторые типы почв характерны только для одного ландшафта. В первую очередь это касается лесостепного ландшафта, в котором получили развитие самые плодородные во всем регионе почвы – темно-серые лесные (9,24 %) и чернозем оподзоленный (14,39 %).

#### Доля (%) распространения типов почв в БЮЛ и ИКЛ

Почвенные контура	БЮЛ	ИКЛ
Аллювиальные дерновые	2,97	6,05
Дерново-глееватые	0,21	0,13
Дерново-глубокоподзолистые	22,55	1,72
Дерново-карбонатные	0,77	1,24
Дерново-мелкоподзолистые	54,19	30,91
Дерново-неглубокоподзолистые	5,60	0,28
Дерново-слабоподзолистые	4,77	1,23
Дерновые тяжелосуглинистые	1,30	–
Почвы овражно-балочного комплекса	2,19	1,57
Светло-серые лесные	4,59	20,93
Серые лесные	0,63	12,23
Темно-серые лесные	–	9,24
Торфяные болотные низинные	0,22	0,08
Чернозем оподзоленный	–	14,39

В БЮЛ наиболее значимые приросты лесистости с более чем двухкратным увеличением произошли в контурах дерново-глееватых и торфяно-болотных типов почв (рис. 5). Минимальный прирост на 5–8 % характерен для динамики залесения дерново-глубокоподзолистых, дерново-неглубокоподзолистых и дерново-слабоподзолистых почв. Для всех остальных типов почв изменения площади лесистости в пределах их контуров, за период с 1990 по 2020 г. в среднем составили около 20 %.

В ИКЛ наибольшей активностью залесения были отмечены аллювиально-дерновые и торфяно-болотные низинные почвы (рис. 6). Лесистость в пределах их распространения увеличилась почти в три раза. Наименьший ее прирост произошел на дерново-глубокоподзолистых почвах (около 12 %) и дерново-глееватых (18 %). Наибольшей активностью отличались дерново-мелкоподзолистые (30,9 %) и светло-серые лесные (20,9 %) почвы.

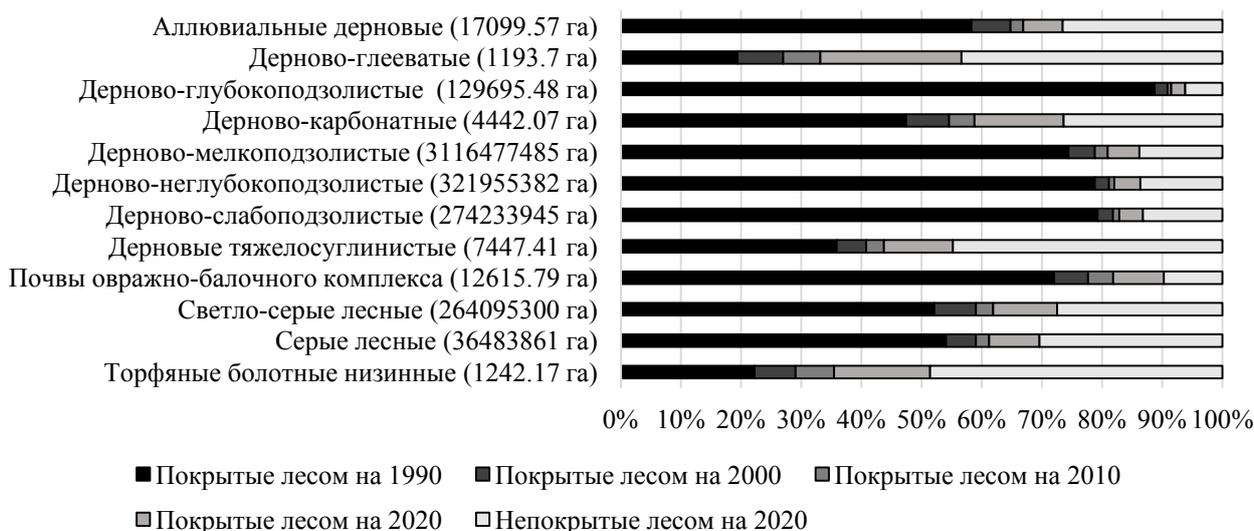


Рис. 5. Диаграмма залесения почвенных контуров на территории БЮЛ за период с 1990 по 2020 г.

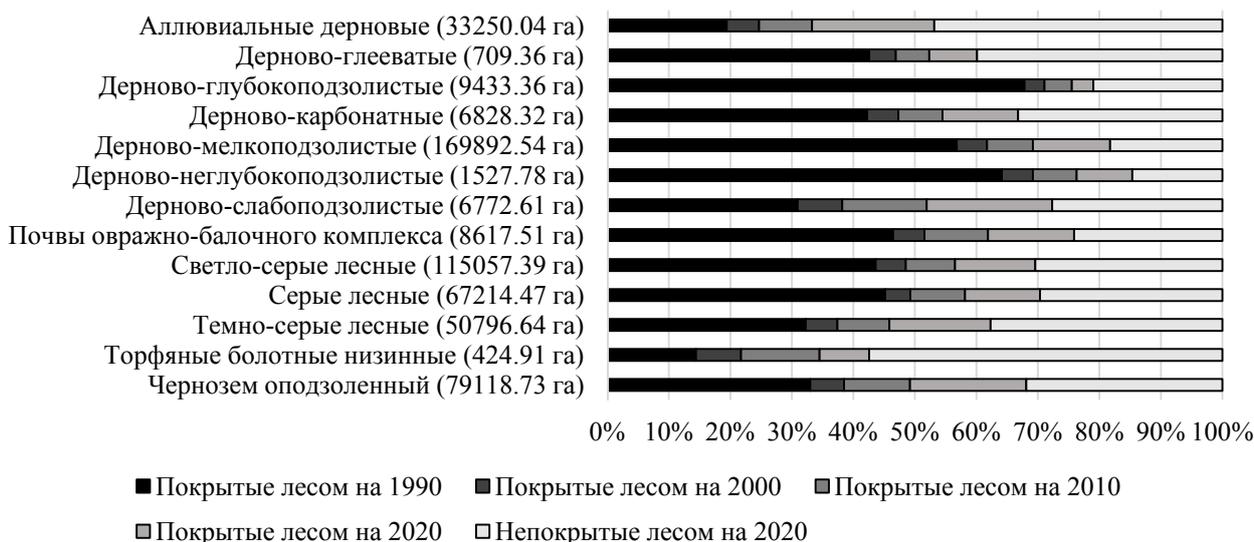


Рис. 6. Диаграмма залесения почвенных контуров на территории ИКЛ за период с 1990 по 2020 г.

Как показали расчеты, одной из особенностей динамики лесных геосистем в БЮЛ является увеличение скорости прироста их площадей в последнее десятилетие. Если за два первых десятилетия прирост составил всего около 2 %, то в 2020 г. по сравнению с 2010 г. он достиг почти 6,5 %. Причиной подобного ускорения, по-видимому, могло стать увеличение темпов поляризации аграрного пространства, отмечавшееся в Пермской городской агломерации в последние годы [20; 21]. Из об-

работки были окончательно исключены все мелкоконтурные участки пашни и сенокосов, неудобные и нерентабельные для какого-либо использования.

Другой причиной массового выпадения земель из сельскохозяйственного оборота в БЮЛ, безусловно, является его близость к ядру агломерации, приводящая к определенной деградации системы расселения и трансформации функций сельской местности. Одним из проявлений данного процесса являлся переселение трудоспособной части населения из деревень в пригородные села и Пермь.

Переходя к природным факторам сокращения ранее возделываемых земель в таежном ландшафте, следует отметить, что довольно высокие значения горизонтальной и вертикальной расчлененности рельефа земной поверхности во многом предопределили наличие большого количества в нем именно мелкоконтурных участков, впоследствии ставших первыми выделами, которые и стали забрасываться, начиная с конца XX столетия.

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 первую очередь в БЮЛ забрасывались наименее плодородные и/или наиболее трудные для обработки почвы – дерново-глееватые, торфяно-болотные и дерновые тяжелосуглинистые. Для двух первых разностей прирост лесных площадей был более чем двухкратный. В то же время сохранение значительной доли их территории под участками, непокрытыми лесной растительностью, можно объяснить небольшой востребованностью из-за их принадлежности к болотно-луговым угодьям. Максимальную сохранность, как в абсолютных единицах, так и в доле площади территорий «непокрытые лесом на 2020», показали самые плодородные почвы – дерново-карбонатные, светло-серые лесные и серые лесные, тяготеющие к восточной и южной периферии БЮЛ – к лесостепным и подтаежным ландшафтам.

Для ИКЛ, при наличии определенной схожести с БЮЛ по направленности развития лесных геосистем, скорость и масштабы восстановительных сукцессий имеют и некоторые различия. На первоначальную роль природных факторов в регулировании скорости и масштабов увеличения доли лесных геосистем в таежном и лесостепном типах ландшафтов наиболее четко указывают их стартовые позиции в этом процессе. Если для ИКЛ сокращение доли сельскохозяйственных угодий началось со значения в 44,19 % лесистости, то в БЮЛ – с 75,50 %. При этом скорость последующего прироста лесных геосистем у первого была в 2,5 раза выше, чем у второго. Различия между ландшафтами состоят и в более ранней – с началом 2000-х гг. активизации выпадения земель из сельхозоборота у ИКЛ, в то время как в БЮЛ это стало происходить с 2010 г. (рис. 4).

Рассматривая вопрос о различиях в скорости и масштабах развития восстановительных сукцессий (залесения) на землях, расположенных в разных типах ландшафта, нельзя обойти вниманием и проблему их *устойчивости* к антропогенным воздействиям (возмущающим факторам). Как показали результаты изучения динамики лесных геосистем в пределах ИКЛ, фитогенные механизмы устойчивости лесостепного ландшафта однозначно поддерживали «лесной» путь (вариант) сукцессионных изменений. В подтверждение этого говорят высокие темпы и масштабы залесения забрасываемых сельхозугодий. По-видимому, длительное освоение ландшафта под сельскохозяйственные нужды привело к значительной трансформации механизмов его устойчивости как системы. Разрушение «памяти биоты» антропогенной геосистемы привело к подключению «потенциала инвариантности» – географического фона с его относительно константными зональными физическими и химическими характеристиками [5]. Межсистемный обмен с окружающими ИКЛ таежными (лесными) геосистемами обеспечил привнос семян растений и «лесной путь» восстановительных сукцессий. На высокую скорость и масштабы залесения лесостепного ландшафта, безусловно, повлиял высокий процент плодородных почв в его пределах.

Сравнительный анализ значений показателей распространения лесных геосистем в пределах таежного (БЮЛ) и лесостепного (ИКЛ) ландшафтов путем замещения антропогенных комплексов на природно-антропогенные («дичающие» по [22]) косвенно подтверждает мнение ряда физико-географов, что степь и лесостепь – явления преимущественно антропогенного происхождения, и лес, по сравнению с ними, имеет более высокие конкурентные особенности [23-25].

## Выводы

1. Применение данных дистанционного зондирования Земли (открытые спутниковые данные Landsat), обеспечивающих большой пространственный и разновременный охват для проведения «ди-

намического» анализа территории ландшафта, позволяет получить качественные данные об изменениях растительного покрова в разрезе нескольких десятилетий.

2. Основными природными факторами дифференциации земель по масштабам и темпам их вывода из сельскохозяйственного оборота являются мелкоконтурность большей части сельскохозяйственных угодий и различия в плодородии почв.

3. Скорость прироста лесных геосистем на территории Пермского Прикамья в пределах лесостепного ландшафта (Иреньско-Кунгурский ландшафт) в 2,5 раза выше, чем у таежного (Бабкинско-Юговской ландшафт). Активная фаза выпадения земель из сельхозоборота у лесостепных ландшафтов наступает раньше, чем у таежных.

4. В Пермском Прикамье в лесостепном ландшафте замещение антропогенных геосистем на природно-антропогенные («дичающие») сопровождается развитием лесного биогеоценоза, а не степного.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. Ляпунов А.А. Кибернетический подход к теоретической биологии // Кибернетика живого. Биология и информатика. М.: Наука, 1984. С. 38-44.
3. Попова Н.В. Оценка интенсивности процессов трансформации органического вещества подстилки для диагностики устойчивости экосистем // Вестн. Российского университета дружбы народов. Сер. Экология и безопасность жизнедеятельности. 2007. № 1. С. 27-31.
4. Пузаченко Ю.Г. Инвариантность геосистем и их компонентов // Устойчивость геосистем. М.: Наука, 1983. С. 32-40.
5. Тишков А.А. Фитогенные механизмы устойчивости наземных геосистем // Факторы и механизмы устойчивости геосистем. М.: Академия наук СССР, Институт географии, 1989. С. 93-103.
6. Коломыц Э.Г., Шарая Л.С. Устойчивость лесных геосистем, методы ее исчисления и картографирования // Известия Самарского научного центра РАН. 2014. Т. 16, № 1. С. 93-107.
7. Пешкова Г.А. Взаимоотношения леса и степи в Приангарье // Тр. Вост.-Сиб. биолог. ин-та АН СССР. 1962. Вып. 1. С. 90-99.
8. Сергеев Г.М. Островные лесостепи и подтайга Приенисейской Сибири. Иркутск, 1971. 264 с.
9. Тишков А.А. Географические закономерности сукцессий развития // Зональные закономерности динамики экосистем. М.: Наука, 1986. С. 18-40.
10. Назаров Н.Н. География Пермского края: учеб. пособие / Перм. ун-т. Пермь, 2006. Ч. I. Природная (физическая) география. 139 с.
11. Назаров Н.Н. Классификация ландшафтов Пермской области // Вопросы физической географии и геоэкологии Урала. Пермь: Изд-во Перм. гос. ун-та, 1996. С. 4-10.
12. Назаров Н.Н. Овражная эрозия в Прикамье. Пермь: Изд-во Перм. гос. ун-та, 1992. 104 с.
13. Марущак И.О., Елсаков В.В. Материалы спутникового мониторинга в анализе сомкнутости лесных фитоценозов приполярного Урала // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2010. Т. 7, № 1. С. 310-318.
14. Назаров Н.Н., Черепанова Е.С. Пространственно-временная динамика лесистости в Пермском Прикамье // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле. 2010. Вып. 3. С. 73-76.
15. Назаров Н.Н., Черепанова Е.С. Изменение лесистости в Пермском Прикамье (XVI–XXI вв.) // Географический вестник. Пермь, 2010. № 4. С. 4-7.
16. Терехин Э.А. Применение данных спутниковой съемки для анализа многолетних изменений в лесах Белгородской области // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2013. Т. 10. №2. С. 70-80.
17. Терехин Э.А., Чендев Ю.Г. Оценка изменения лесистости в современный период на юге Среднерусской возвышенности с использованием материалов разновременных космических съёмок // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. № 3. С. 114-126.
18. Official website of the USGS / U.S. Department of the Interior. URL: <https://www.usgs.gov/> (дата обращения 20.10.2021).
19. Белоусова А.П., Чашин А.Н. Оценка интенсивности зарастания почв сельскохозяйственных угодий лесной растительностью по данным дистанционного зондирования // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле. 2018. Т. 28, вып. 3. С. 269-278.
20. 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.

21. Поносов А.Н., Драшкович Б., Жернакова Н.Н. Тенденции использования земель и проблемы территориального развития Пермской городской агломерации // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель*. 2021. № 8. С. 617-623.
22. Семенов-Тянь-Шанский В.П. Район и страна. 2-е изд., стереотип. М.: Пеликан, 2017. 314 с.
23. Какарека С.В. Экологические аспекты устойчивости подтаежных и лесостепных геосистем // *Зональные закономерности динамики экосистем*. М.: Наука, 1986. С. 270-278.
24. Рожков Е.В. Регулирование земельных отношений (на примере Пермской городской агломерации) // *Молодой ученый*. 2019. № 28 (266). С. 141-146.
25. Рубцов Н.И., Звирбуль А.П. Антропогенное воздействие на лесной ландшафт (на примере Канско-Бирюсинской равнины). Новосибирск: Наука, 1978. 128 с.

Поступила в редакцию 18.11.2021

Белюсова Анна Павловна, ассистент кафедры физической географии и ландшафтной экологии  
E-mail: uran399@mail.ru

Назаров Николай Николаевич, доктор географических наук,  
профессор кафедры физической географии и ландшафтной экологии  
E-mail: nazarov@psu.ru

Пермский государственный национальный исследовательский университет  
614990, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, 15

*A.P. Belousova, N.N. Nazarov*

#### **DISTRIBUTION OF RESTORATION SUCCESSIONS IN TAIGA AND FOREST-STEPPE LANDSCAPES OF THE PERMSKY PRIKAMYE (ON THE EXAMPLE OF AGRICULTURAL LANDS)**

DOI: 10.35634/2412-9518-2021-31-4-416-424

The research of forest cover development on agricultural lands in the Perm Prikamye was carried the example of taiga and forest-steppe types of landscapes. The Babkinsko-Yugovskoy and Irensko-Kungursky landscapes were select for research. Received information about the geosystem condition in different years using remote sensing data. All landscape changes were record during the formed stable snow cover. As a result, was divide into two classes - forested and treeless areas. Established, the main natural factors of land differentiation by an areas and a pace of withdrawal from agricultural use are the small contours of agricultural land and differences in soil fertility. The growth pace of forest geosystems within the forest-steppe landscape was 2.5 times higher than of the taiga. The research of the dynamics of forest cover showed that in the Perm Prikamye in the forest-steppe landscape substitution of anthropogenic geosystems with natural-anthropogenic ("wild") accompanied by the development of forest biogeocenosis, not steppe.

*Keywords:* woodedness, regenerative successions, agricultural land, geosystems stability, landscape, forest-steppe, remote sensing methods, multi-temporal satellite images.

#### REFERENCES

1. Kolomyts E.G. [Selected essays on geographical ecology: Part I. Basic landscape-ecological analysis], in *Samarskaya Luka: problemy regional'noy i global'noy ekologii* [*Samarskaya Luka: problems of regional and global ecology*], 2018, vol. 27, no. 1, pp. 15-129 (in Russ.).
2. Lyapunov A.A. Kiberneticheskiy podkhod k teoreticheskoy biologii [Cybernetic approach to theoretical biology], in *Kibernetika zhivogo. Biologiya i informatsiya*, Moscow: Nauka Publ., 1984, pp. 38–44 (in Russ.).
3. Popova N.V. [Technique of an estimation of intensity of decomposition of the dead vegetative rests containing in a laying of areas], in *Vestn. Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Ser. Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti* [*RUDN Journal of Ecology and Life Safety*], 2007, no. 1, pp. 27–31 (in Russ.).
4. Puzachenko Yu.G. Invariantnost' geosistem i ikh komponentov [Invariance of geosystems and their components], in *Ustoychivost' geosistem*, Moscow: Nauka Publ., 1983, pp. 32–40 (in Russ.).
5. Tishkov A.A. Fitogennyye mekhanizmy ustoychivosti nazemnykh geosistem [Phytogenic mechanisms of stability of terrestrial geosystems], in *Faktory i mekhanizmy ustoychivosti geosistem*, Moscow: Akademiya nauk SSSR, Institut geografii, 1989, pp. 93–103 (in Russ.).
6. Kolomyts E.G., Sharaya L.S. [Sustainability of forest ecosystems, methods of its calculation and mapping], in *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*, 2014, vol.16, no.1, pp. 93-107 (in Russ.).

7. Peshkova G.A. Vzaimootnosheniya lesa i stepi v Priangar'e [Relationship of forest and steppe in the Angara region], in *Tr. Vost.-Sib. Biologich. In-ta AN SSSR*, 1962, iss. 1, pp. 90–99 (in Russ.).
8. Sergeev G.M. Ostrovnye lesostepi i podtayga Prieniseyskoy Sibiri [Insular forest-steppe and subtaiga of the Yenisei Siberia], Irkutsk, 1971, 264 p. (in Russ.).
9. Tishkov A.A. Geograficheskie zakonomernosti suksessiy razvitiya [Geographic patterns of developmental successions], in *Zonal'nye zakonomernosti dinamiki ekosistem*, Moscow: Nauka Publ., 1986, pp. 18–40 (in Russ.).
10. Nazarov N.N. *Geografiya Permskogo kraya. Ch. I. Prirodnaya (fizicheskaya) geografiya* [Geography of the Perm Region. Part I. Natural (physical) geography], Perm': Perm. Gos. Univ., 2006, 139 p. (in Russ.).
11. Nazarov N.N. Klassifikatsiya landshaftov Permskoy oblasti [Classification of landscapes of the perm region], in *Voprosy fizicheskoy geografii i geoekologii Urala*, Perm', 1996, pp. 4–10 (in Russ.).
12. Nazarov N.N. *Ovrazhnaya eroziya v Prikam'e* [Gully erosion in the Kama region], Perm', 1992, 104 p. (in Russ.).
13. Marushak I.O., Elsakov V.V. [The remote sensing method in monitoring of forest density of mountain part of subpolar ural], in *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa [Current problems in remote sensing of the Earth from space]*, 2010, vol. 7, no. 1, pp. 310–318 (in Russ.).
14. Nazarov, N.N. Cherepanova E.S. [Spatio-temporal dynamics of forest cover in Perm Prikamye], in *Vestn. Udmurt. Univ. Ser. Biologiya. Nauki o Zemle [Bulletin of Udmurt University. Series Biology. Earth Sciences]*, 2010, iss. 3, pp. 73–76 (in Russ.).
15. Nazarov N.N., Cherepanova E.S. [Variation of forest cover in Perm Prikamye (XVI–XXI centuries)], in *Geograficheskiy vestnik [Geographical bulletin]*. 2010, no. 4, pp. 4–7 (in Russ.).
16. Terekhin E.A. [Using remote sensing data for the analysis of long-term changes in the forests of the Belgorod region], in *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa [Current problems in remote sensing of the Earth from space]*, 2013, vol. 10, no. 2, pp. 70–80 (in Russ.).
17. Terekhin E.A., Chendev Yu. G. [Estimation of forest cover changes during modern period in the south of the central russian upland using multiyear remote sensing data], in *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa [Current problems in remote sensing of the Earth from space]*, 2018, vol. 15, no. 3, pp. 114–126 (in Russ.).
18. Official website of the USGS / U.S. Department of the Interior, Available at: <https://www.usgs.gov/> (accessed: 20.10.2021).
19. Belousova A.P., Chaschin A.N. [Assessment of the intensity of agricultural land soils overgrowing by forest vegetation according to remote sensing data], in *Vestn. Udmurt. Univ. Ser. Biologiya. Nauki o Zemle [Bulletin of Udmurt University. Series Biology. Earth Sciences]*, 2018, vol. 28, iss. 3, pp. 269–278 (in Russ.).
20. Blus P.I., Ganin O.B., Ganin I.O., Sibiryakov A.P. [Spatial aspects of strategic planning of municipal development (the case of perm municipal district)], in *Ars Administrandi. Iskusstvo upravleniya*, 2016, no. 2, pp. 69–103 (in Russ.).
21. Ponosov A.N., Drašković B., Zhernakova N.N. [The trends and problems of land use and territorial development of the perm urban agglomeration], in *Zemleustroystvo, kadastr i monitoring zemel' [Land management, cadastre and land monitoring]*, 2021, no. 8, pp. 617–623 (in Russ.).
22. Semenov-Tyan-Shanskiy V.P. *Rayon i strana* [Region and country], 2nd ed., stereotype, Moscow: Pelican Publ., 2017, 314 p. (in Russ.).
23. Kakareka S.V. Ekologicheskie aspekty ustoychivosti podtaezhnykh i lesostepnykh geosistem [Ecological aspects of sustainability of subtaiga and forest-steppe], in *Zonal'nye zakonomernosti dinamiki ekosistem*, Moscow: Nauka Publ., 1986, pp. 270–278 (in Russ.).
24. Rozhkov E.V. Regulirovanie zemel'nykh otnosheniy (na primere Permskoy gorodskoy aglomeratsii) [Regulation of land relations (on the example of the Perm urban agglomeration)], in *Molodoy uchenyy*, 2019, no. 28 (266), pp. 141–146 (in Russ.).
25. Rubtsov N.I., Zvirbul' A.P. *Antropogennoe vozdeystvie na lesnoy landshaft (na primere Kansko-Biryusinskoy ravniny)* [Anthropogenic impact on the forest landscape (on the example of the Kansk-Biryusinsk plain)], Novosibirsk: Nauka Publ., 1978, 128 p. (in Russ.).

Received 18.11.2021

Belousova A.P., Assistant Professor of the Department of Physical Geography and Landscape Ecology  
E-mail: [uran399@mail.ru](mailto:uran399@mail.ru)

Nazarov N.N., Doctor of Geography, Professor at Department of Physical Geography and Landscape Ecology  
E-mail: [nazarov@psu.ru](mailto:nazarov@psu.ru)

Perm State University  
Bukireva st., 15, Perm, Russia, 614990