

30. Huang Y., Li F., Xie H. A Scientometrics Review on Farmland Abandonment Research. *Land*. MDPI. 2020, no. 9 (8), pp. 1–26.
31. Kurganova I., Lopes de Gerenyu V., Kuzyakov Y. Large-Scale Carbon Sequestration in Post-Agrogenic Ecosystems in Russia and Kazakhstan. *Catena*, 2015, no. 133, pp. 461–466. DOI: 10.1016/j.catena.2015.06.002.
32. Lesiv M., Shepaschenko D., Moltchanova E., Bun R., Dürauer M., Prishchepov A.V., Schierhorn F., Estel S., Kuemmerle T., Alcántara C., Kussul N., Shchepashchenko M., Kutovaya O., Martynenko O., Karminov V., Shvidenko A., Havlik P., Kraxner F., See L., Fritz S. Spatial distribution of arable and abandoned land across former Soviet Union countries. *Sci. Data*, 2018, no. 5 (1), e180056.
33. Zanden E.H., Verburg P.H., Schulp C.J.E. Trade-off of European agricultural abandonment. *Land Use Policy*, 2017, no. 62, pp. 290–301.

Статья поступила в редакцию 27.02.2023

DOI 10.21178/2079-6080.2023.3.85  
УДК 630\*231:582.475

## Структурно-функциональные особенности зарастания сосной земель, выведенных из сельскохозяйственного пользования, в условиях южной покатости Русской равнины

© А.Н. Салтыков

---

### Structural and functional features of the natural renewal of pine forests on lands removed from agricultural use of the southern slope of the Russian Plain

A.N. Saltykov (Institute “Agrotechnological academy” at the V.I. Vernadsky Crimean Federal University)

The massive reduction of agricultural land within the boundaries of the Nonchernozem zone of the Russian Plain is accompanied by the formation of young hardwood and coniferous species synchronous in time. One of the reasons that determine the specificity of the species composition of newly formed stands is the edaphic background of the layland. Pure and mixed pine stands are confined mainly to the conditions of bors and subors. Estimates of changes following the transformation of the structure of agricultural land in the plains are numerous, varied and often contradictory. In this regard, the aim of this research is to summarize and analyze the existing information, as well as to study the structural and functional features of the natural regeneration of pine forests on laylands of the southern slope of the Russian Plain and forested mountains of Crimea. The research methods provides for the study of the spatial and age structure of existing cenopopulations of regrowth and young pine stands. The obtained data make it possible to put forward the assumption that population surges and the subsequent process of dispersal of representatives of the genus *Pinus* L. are cyclic in time. Obviously, the discreteness of the process of natural renewal of pine forests is due to the fractal nature of the population surge. In the process of realizing the reproductive potential in the category of self-seeding and regrowth, the formation of the cenopopulation structure occurs in accordance with the characteristics and capacity of the existing renewal niches. Typical

features of the spatial structure of cenopopulations are regular change in plant density with distance from the forest wall, a synchronous variation of the complex of biometric indicators of pine regrowth and young growths, and autoregulation of the cenopopulation structure in the space of research objects. The invariability of the structure of cenopopulations and its constituent elements is an additional argument in favor of the assumption of the fractal nature of the processes of natural renewal, which makes it possible to explain the mechanisms of stability of forest ecosystems and the restoration of the once lost species-specific space.

**Key words:** pine, mother stand, natural regeneration, population surge, regrowth cenopopulation

#### Структурно-функциональные особенности зарастания сосной земель, выведенных из сельскохозяйственного пользования, в условиях южной покатости Русской равнины

А.Н. Салтыков

Массовое сокращение сельскохозяйственных угодий в границах Нечернозёмной зоны Русской равнины сопровождается синхронным появлением молодняков лиственных и хвойных пород. Одним из факторов, определяющих специфику породного состава вновь сформированных насаждений, является эдафический фон залежи. Чистые и смешанные сосновые насаждения приурочены преимущественно к условиям боров и суборей. Оценки изменений, следующих за трансформацией структуры земель сельскохозяйственного назначения на территории равнины многочисленны, разнообразны и нередко противоречивы. В связи с чем, целью наших исследований является обобщение и анализ существующей информации, а также изучение структурно-функциональных особенностей естественного зарастания залежных земель сосняками в условиях южной покатости Русской равнины и горно-лесного Крыма. Методикой исследования предусмотрено изучение пространственно-возрастной структуры существующих ценопопуляций молодняков сосны. Полученные данные позволяют выдвинуть предположение о том, что популяционные всплески и следующий за ними процесс расселения представителей рода *Pinus* L. циклически во времени. Дискретность процесса естественного возобновления сосняков обусловлена фрактальной природой популяционного всплеска. При реализации репродуктивного потенциала насаждений в категорию самосева и молодняков формирование структуры ценопопуляции происходит в соответствии с ёмкостью существующих экологических ниш. Типичные черты пространственной структуры ценопопуляций — это закономерная смена плотности растений с удалением от стены леса, синхронное указанному процессу варьирование комплекса биометрических показателей молодняков сосны и авторегуляция структуры растительной группировки в пространстве объектов исследования. Сравнительное постоянство составляющих её элементов является дополнительным аргументом в пользу предположения фрактальной природы процессов естественного возобновления, позволяющей объяснить механизмы устойчивости лесных экосистем и восстановления некогда утраченного видоспецифичного пространства.

**Ключевые слова:** сосна, материнское насаждение, естественное зарастание, популяционный всплеск, ценопопуляция молодняков

Салтыков Андрей Николаевич — заведующий кафедрой лесного дела и садово-паркового строительства, канд. с.-х. наук  
E-mail: saltykov.andrey.1959@mail.ru

Институт «Агротехнологическая академия»  
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»  
295492, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное  
Тел.: +7 (3652) 26-37-52; 22-72-67  
Факс: +7 (3652) 54-09-66

#### Введение

По самым оптимистичным оценкам исследователей, площадь заброшенных сельскохозяйственных земель Российской Федерации оценивается в 30–40 млн га, из которых порядка 20 млн га — пашни [2, 2, 19, 20]. В последние два десятилетия процесс сокращения угодий сравнительно постоянен, но наиболее высокие его темпы наблюдались при переходе экономики страны к рыночным отношениям, в кризисный период 1990–2000 годов [2, 12, 13, 19, 20]. Ожидается, что к началу 2030-х годов площадь изъятых из пользования земель может составить порядка 100 млн га [14]. Одна из причин столь резкого сокращения угодий — это перенос производства сельскохозяйственной продукции из Нечернозёмной лесной зоны РФ в «полосу стабильности» Центрально-Чернозёмных областей. Уменьшение площади обрабатываемых земель, в том числе пахотного фонда, происходит в основном за счёт вывода из оборота малопродуктивных или «маргинальных» территорий. То есть наряду с зональным смещением производства из аграрного пользования изымаются труднодоступные угодья и низкопродуктивные земли боровых террас крупных водотоков Русской равнины. Сокращение значительной части сельскохозяйственных угодий до настоящего времени происходит путём последующего их перевода преимущественно в лесной и водный фонды или земли запаса [2, 12, 13]. Очевидно, что подобная трансформация структуры земель сельскохозяйственного назначения на территории равнины была оправдана сравнительно высокой продуктивностью угодий и благоприятными условиями «полосы стабильности» центральных областей РФ при одновременном снижении затрат на содержание «маргинальных» земель. Таким образом, в рамках тенденции к изменению структуры лесного покрова Русской равнины прослеживается специфика зональности и комплексного пространственного замещения сельскохозяйственных территорий, площадями, покрытыми лесом.

Оценки происходящих изменений, посвящённые проблемному кругу вопросов залесения бывших сельскохозяйственных угодий многочисленны, разнообразны и нередко противоречивы [1, 4–8, 11, 14, 17, 22, 24, 25]. Меж-

ду тем, даже самый поверхностный анализ накопленных данных позволяет выдвинуть предположение о том, что существуют некие общие закономерности рассматриваемого явления. Принимая во внимание масштаб трансформации структуры лесного покрова, становится очевидным вопрос о целесообразности управления процессом выращивания лесных насаждений на землях, изъятых из сельскохозяйственного оборота. Однако обобщение существующих данных сопряжено с определёнными трудностями, прежде всего, по причине различия методологических и методических подходов. Очевидно, что в настоящее время необходимы исследования, результаты которых позволят проанализировать уже существующие данные и выявить закономерности процесса залесения земель, выведенных из сельскохозяйственного оборота.

Цель нашего исследования заключается в анализе и обобщении существующей информации и изучении структурно-функциональных особенностей естественного зарастания сосной земель, выведенных из сельскохозяйственного пользования в условиях южной покатости Русской равнины.

#### Объекты и методика исследования

Исследования процессов естественного зарастания сосной (р. *Pinus*) на пространстве южного сегмента Русской равнины были начаты нами в 2003 году и продолжаются до настоящего времени. Изначально опытные объекты были сосредоточены в границах сравнительно однородного природно-территориального комплекса — западной части южной покатости равнины, в зоне выраженного влияния атлантических циклонов. Характерной чертой региона, по мнению исследователей, является специфика его климатических особенностей, прежде всего, сравнительно большее количество осадков, выпадающих в течение года и вегетационного периода, нежели в восточной части равнины. Зона сравнительно высокого увлажнения на западе проходит вдоль условного меридиана Киева, где переход от избыточного увлажнения на севере к недостаточному на юге прослеживается на протяжении 1000 км. На востоке такая граница проходит по меридиану г. Самары, здесь её

протяжённость заметно меньше и составляет около 300 км. Условная граница между западной и восточной частью Русской равнины, а, следовательно, тепло- и влагообеспеченностью лесных экосистем, совмещена с меридианом 40° в. д. [3, 23].

Объекты исследования территориально разделены на три пространственных кластера: центральный, северный и южный. Центральный кластер размещён в бассейне реки Северский Донец. Северный кластер с семью опытными объектами приурочен к отрогам Смоленско-Московской возвышенности, и соответственно – верховьям бассейнов рек Десны, Оки, Западной Двины. Опытные объекты в границах южного кластера размещены на территории предгорно-лесостепного и горно-лесного Крыма. Таким образом, объект исследования расположен между 56 и 45° с. ш. и 32 и 40° в. д. Указанный фрагмент равнины в географическом отношении является частью западной половины южной покатости Русской равнины, протяжённость которой в меридиональном направлении составляет около 1000 км, в широтном – варьирует от 300 до 500 км.

Выполнение комплекса исследований по оценке структурно-функциональных особенностей естественного возобновления представителей рода *Pinus* осуществлялось в три этапа.

На первом этапе (2003–2015 гг.) был подобран модельный объект, приуроченный к бассейну реки Северский Донец, уходящей своими истоками к южным отрогам Среднерусской возвышенности. Общая площадь водосборного бассейна составляет 98,9 тыс. км<sup>2</sup>. На протяжении своего течения река пересекает лесостепную и степную зоны, граница между которыми проходит по территории Изюмского и Балаклеевского лесохозяйственных предприятий [27]. Кроме объектов, расположенных непосредственно в бассейне С. Донца, нами также были заложены контрольные объекты за его пределами, преимущественно в бассейне реки Днепр. За двенадцатилетний период в границах указанного кластера только с целью изучения пространственно-возрастной структуры молодняков сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) было заложено 575 пробных площадей.

В 2015–2017 гг. изучение особенностей пространственно-возрастной структуры молодняков сосны были перенесены в зону хвойно-широколиственных лесов России (Брянская, Орловская, Смоленская области). В границах северного кластера система пробных площадей сформирована на территории национальных парков «Смоленское Поозерье» и «Орловское Полесье», а также биосферного заповедника «Брянский лес». Общее количество пробных площадей в границах указанного кластера составило 216 единиц.

Южный кластер приурочен к основным лесам предгорной и горнолесной части Крыма. За четырёхлетний период (2018–2022 гг.) только с целью изучения особенностей пространственно-возрастной структуры ценопопуляций молодняков сосны крымской (*Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe, сосны крючковатой (*Pinus sylvestris* L. var. *hamata* Steven), сосны Станкевича (*Pinus brutia* Ten. var. *pityusa* (Steven) Silba) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) было заложено 336 пробных площадей.

Таким образом, количество пробных площадей, размещённых на территории юго-западного сегмента равнины, в течение двадцати лет исследований, составило 1127 шт., из которых порядка 30 % – на землях, выведенных из сельскохозяйственного пользования. В основу формирования системы пробных площадей заложены методические положения, отражённые в работах П. Грейг-Смита [10], Ю.А. Злобина [15], С.С. Пятницкого [26], С.Н. Санникова [28], апробированные и уточнённые нами в процессе многолетних исследований [27].

Одной из важных задач исследования было обеспечение единства методологического подхода к оценке рассматриваемого процесса. В связи с чем, при выполнении анализа и систематизации полученных данных в качестве единицы наблюдения нами используется понятие ценопопуляции подроста, согласно формулировке, предложенной Ю.А. Злобиным (1976): «При возобновлении на вырубках и гарях ценопопуляция подроста древесной породы соотнопозуляция подроста данного вида в её полном объёме. В случае возобновления под пологом материнской породы совокупность особей подроста является лишь

частью ценопопуляции вида. В связи с экологической самостоятельностью подростка такую субценопопуляцию подростка допустимо рассматривать отдельно» [15]. В свою очередь, понятие подростка, биогруппы, единичного растения являются обязательной слагающей частью ценопопуляции молодняков.

Общие положения методики, применяемой с целью изучения структурно-функциональных особенностей естественного залесения земель, выведенных из сельскохозяйственного оборота, состоят в следующем. Система пробных площадей формировалась и размещалась в пространстве опытных объектов в соответствии с линейными контурами границ сельскохозяйственных угодий. Так, например, линия, объединяющая пробные площади, за исключением специальных наблюдений, была ориентирована перпендикулярно стене материнского насаждения. Протяжённость такой линии в каждом конкретном случае была обусловлена наличием подростка на прилегающем пространстве залежных земель. Вдоль указанной линии формировалась система примыкающих друг к другу учётных пробных площадей (ПП) размером 10×10 м [26, 27]. В зависимости от принятых вариантов опыта предусматривалась четырёх-, реже шестикратная повторность. На каждой из ПП выполнен сплошной перебор сосны. В рамках варианта опыта для каждого растения одной из проб в принятой повторности были выполнены замеры диаметров на высоте груди (см) и высоты (см), прироста верхушечной оси (см), ширины кроны во взаимно противоположных направлениях (см), возраста (лет), который определялся по мутовкам. С целью уточнения возрастной структуры молодняков использованы модели для одновременного измерения количества лет по мутовкам и годичным кольцам модельных растений. В том случае, когда средняя высота растений была менее 1,0 м, формировалась система метровых (1×1 м) площадок, на которых производился аналогичный замер комплекса биометрических показателей растений с той разницей, что диаметр растений замерялся на уровне шейки корня. Кроме того, в процессе выполнения исследований нами определялся виталитетный тип ценопопуляции молодняков по ранее апробирован-

ными методикам [15, 27]. В основу методики определения типа ценопопуляции молодняков положен показатель относительного прироста растений по высоте [27]. После сбора полевого материала полученные данные обрабатывались методами математической статистики.

Анализ результатов исследований, посвящённых вопросам естественного залесения земель, выведенных из сельскохозяйственного пользования, а также данных, полученных нами в процессе многолетнего опытного изучения указанного процесса, положен в основу настоящей работы.

#### Обсуждение результатов исследования

Итоги дистанционного зондирования Земли позволяют выдвинуть предположение о том, что продолжающийся до настоящего времени массовый вывод пашни из сельскохозяйственного оборота на территории Русской равнины сопровождается столь же массовым формированием молодняков лиственных и хвойных пород [5, 17, 18, 24]. Наиболее распространёнными на начальных стадиях расселения растительности являются берёза, осина, ива, ольха серая, сосна [1, 4, 6–8, 11, 16, 22, 25]. По мнению исследователей, в общей структуре лесообразовательного процесса преобладают молодняки с доминированием берёзы и осины. Чистые сосновые насаждения и насаждения с господством сосны встречаются гораздо реже [7, 16, 22, 27, 28]. Причиной такого пространственного перераспределения является эдафический фон залежи. Так, например, появление сосны наблюдается большей частью в борových и суборových условиях. Безусловно, заметное влияние на структуру породного состава насаждений также оказывают и другие факторы, среди которых следует указать вид угодий, давность срока и качество обработки почвы, удаление залежи от источников обсеменения, линейные размеры, форму и площадь участка, породный состав и возраст материнских насаждений, расположенных по её контуру и прочие. Тем не менее, одним из основных условий, определяющих структуру и породный состав формирующихся ценопопуляций молодняков, является почвенное плодородие или эдафическая структура земель, выведенных из сельскохозяйственного пользования.

Многочисленные результаты полевых исследований являются не только подтверждением информации дистанционного зондирования, но и основанием для дальнейшего совершенствования теории естественного возобновления. Так, например, установлено, что с удалением от стен материнского насаждения заметно снижается густота молодняков и сопряжённое с изменением плотности растительной группировки варьирование комплекса биометрических показателей [14, 22, 27, 28]. Варьирование плотности и биометрических показателей растений отмечается также и в непосредственной близости к стенам леса [4, 7, 8, 22, 27, 28]. Фактором, ограничивающим распространение молодняков в пространстве залежей, является с одной стороны аллелопатическое воздействие стены материнского насаждения, с другой – конкурентное влияние травянистого покрова открытых пространств залежей [4, 22, 27]. Полученные нами данные позволяют утверждать, что гораздо меньше шансов успешной реализации репродуктивного потенциала сосняков в самосев и молодняки наблюдается в том случае, когда существует значительный временной разрыв между выводом земель из сельскохозяйственного оборота и плодonoшением материнских насаждений. При очевидной схожести существующих данных нередко присутствуют заметные отличия в оценках пространственной структуры ценопопуляций молодняков сосны. Так, например, одни исследователи утверждают, что подрост сосны успешно расселяется на расстоянии 100–150 м от стены леса, реже – 200–250 м, – другими установлено, что максимальное удаление подростка оценивается расстоянием 800 м [4, 8, 14, 22, 27].

В части работ сравнительно детально рассмотрены особенности возрастной структуры ценопопуляций подростка. Приведём одно из

дословных авторских замечаний: «При определении возраста молодняка сосны по муткам нами было выявлено, что те экземпляры, которые попали в возрастную группу 11 и более лет, в основном представлены абсолютным возрастом 16 лет, но в небольшом количестве встречались экземпляры сосны в возрасте 17 лет». И далее: «Максимальное количество соснового подростка (49 %) относится к группе возраста 11 и более лет. К группе возраста 6–10 лет относится 36,8 % от числа всех экземпляров сосны. Очень мало оказалось самосева в группе возраста 2–5 лет (13,7 % от числа всех учтённых экземпляров сосны)» [4]. Как правило, более молодые особи приурочены к свободному пространству в границах существующих экологических ниш. То есть правомерно предположение о наличии определённой возрастной структуры ценопопуляции. Очевидно, что характерная черта такой структуры – это присутствие доминанты возрастного спектра и шлейфа сопутствующих ей поколений, формирующих волну возобновления. В свою очередь, структура возрастного спектра и её особенности являются основой для разграничения популяционных всплесков во времени и пространстве наблюдаемого объекта [15, 27].

Результаты наших исследований, выполненных в границах лесостепной и степной зоны бассейна Северского Донца, а также на борových террасах левобережного Днепра и его притоков, позволили выявить наличие как минимум двух популяционных всплесков. Первый из них пришёлся на период 2002–2003 годов, второй – на 1995–1996 гг. (табл. 1). Массовое появление самосева, а со временем и молодняков в равной мере было типичным для условий пирогенного ряда или объектов, приуроченных к площадям горельников, и для выведенных из пользования пахотных земель.

Таблица 1

Доминирующие поколения молодняков сосны обыкновенной на землях, выведенных из сельскохозяйственного пользования в границах центрального кластера исследований

Лесохозяйственное (лесоохотничье) предприятие	Доминирующее поколение, год	Экологические условия	Тип ценопопуляции
<i>Боровая терраса реки Северский Донец – лесостепная зона</i>			
Волчанское	2002 ± 1	земли с.-	процветающий
Змиевское	1994 ± 1	земли с.-	процветающий
	2002 ± 1	земли с.-	процветающий

Лесохозяйственное (лесоохотничье) предприятие	Доминирующее поколение, год	Экологические условия	Тип ценопопуляции
Скрипаёвское	2002 ± 1	земли с.-	процветающий
Волчанское	1995 ± 1	лесной фонд -	устойчивый
Скрипаёвское	1994 ± 1	лесной фонд -	устойчивый
Скрипаёвское	2002 ± 1	лесной фонд -	процветающий
Чугуево-Бабчанское	1995 ± 1	лесной фонд -	процветающий
	2002 ± 1	лесной фонд -	процветающий
Балаклейское	1995 ± 1	лесной фонд -	депрессивный
Балаклейское	2002 ± 1	лесной фонд -	депрессивный
Изюмское	2002 ± 1	лесной фонд -	устойчивый
	2002 ± 1	лесной фонд -	процветающий
<i>Боровая терраса реки Северский Донец – степная зона</i>			
Краснолиманское	2002 ± 1	земли с.-	процветающий
Кременское	2002 ± 1	земли с.-	процветающий
Северодонецкое	2002 ± 1	земли с.-	процветающий
Краснолиманское	1995 ± 1	лесной фонд -	процветающий
	2002 ± 1	лесной фонд -	процветающий
Кременское	1995 ± 1	лесной фонд -	процветающий
Северодонецкое	1995 ± 1	лесной фонд -	процветающий
Станично-Луганское	1995 ± 1	лесной фонд -	процветающий
	2002 ± 1	лесной фонд -	процветающий
<i>Боровая терраса реки Днепр и ее притоков</i>			
Близнюковское	2002 ± 1	земли с.-	процветающий
Красноградское	2002 ± 1	земли с.-	процветающий
Семеновское	2003 ± 1	земли с.-	процветающий
Близнюковское	2002 ± 1	лесной фонд -	процветающий
Новосанжарское	2002 ± 1	лесной фонд -	процветающий
Очаковское	2002 ± 1	лесной фонд -	процветающий

Исследованиями установлена синхронность всплесков естественного возобновления на борových террасах Северского Донца и Днепра с периодичным усилением циклонической деятельности Атлантики, что в полной мере согласуется с результатами многочисленных исследований естественного возобновления сосняков, выполненных в границах семиаридной зоны [3, 22, 26, 27]. Очевидно, формирование жизнеспособных ценопопуляций подростка является ответной реакцией на оптимизацию гидротермического режима лесных экосистем боровой террасы [26]. При-

стствие как минимум двух доминирующих поколений растительных группировок сосны позволяет выдвинуть предположение о периодически повторяющихся всплесках возобновления, направленных на восстановление утраченного популяционного пространства сосняков (*Pinus sylvestris* L.). Условием успешной реализации репродуктивного потенциала материнских насаждений на восстановление самосева и подростка (молодняков) является наличие ниши возобновления [27, 28].

Вероятно, в регионах, где отсутствует лимитирующее влияние влаги на процес-

сы естественного возобновления сосняков, подобная закономерность периодичности популяционных всплесков исключена. Ожидаемым примером является зона хвойно-широколиственных лесов Русской равнины, где количество осадков равно или заметно превышает испарение [3, 23, 27, 28]. В ходе проверки данного предположения изучение пространственно-возрастной структуры молодняков сосны было продолжено в границах северного кластера. Результаты исследований

показали, что на территории национальных парков «Смоленское Поозерье», «Орловское Полесье» и биосферного заповедника «Брянский лес» присутствуют растительные группировки сосны со схожими доминантами возрастных спектров. Так, например, доминирующее поколение 1995 ± 1 года зафиксировано нами как на территории биосферного заповедника «Брянский лес», так и в границах национального парка «Смоленское Поозерье» (табл. 2).

Таблица 2  
Доминирующие поколения молодняков сосны обыкновенной на залежных землях в границах северного кластера исследования

Шифр пробы	Возраст, лет	Доминирующее поколение, год	Высота, м	Количество, тыс. шт./га	Тип ценопопуляции
<i>Биосферный заповедник «Брянский лес»</i>					
25/16Бл	19,7 ± 0,12	1995 ± 1	6,8 ± 0,56	6,9	цветущий
29/16Бл	19,7 ± 0,10	1995 ± 1	6,7 ± 0,22	15,3	цветущий
<i>Национальный парк «Смоленское Поозерье»</i>					
21/16Сп	19,8 ± 0,23	1995 ± 1	10,5 ± 0,09	4,5	цветущий
25/16Сп	19,4 ± 0,18	1995 ± 1	10,6 ± 0,10	4,0	цветущий
1/15Сп	13,4 ± 0,11	2002 ± 1	5,9 ± 0,33	5,6	цветущий
5/15Сп	13,7 ± 0,15	2002 ± 1	5,8 ± 0,27	7,5	цветущий
9/15Сп	13,5 ± 0,11	2002 ± 1	5,7 ± 0,25	6,0	цветущий
13/15Сп	12,6 ± 0,14	2002 ± 1	4,1 ± 0,26	5,4	цветущий
17/15Сп	13,1 ± 0,09	2002 ± 1	5,1 ± 0,22	3,8	цветущий

Молодняки сосны с указанной возрастной доминантой (1995–1996 гг.) также присутствуют на боровой террасе Северского Донца [27]. В границах зоны хвойно-широколиственных лесов нами были зафиксированы молодняки сосны, формирование которых следует отнести к 2002–2003 годам. Достаточно широко представлена указанная категория молодняков на территории национального парка «Смоленское Поозерье». Объединяет указанные объекты не только доминирование поколений 2002–2003 года, но и то, что значительная их часть расположена на землях, выведенных из сельскохозяйственного пользования (табл. 2). Также на территории национальных парков «Смоленское Поозерье», «Орловское

Полесье» и биосферного заповедника «Брянский лес» присутствуют ценопопуляции молодняков с доминантой возрастного спектра 2007 ± 1 года. На территории национального парка «Смоленское Поозерье» молодняки сосны данной генерации обнаружены на горельниках и залежных землях. В границах национального парка «Орловское Полесье» указанная категория молодняков была встречена на землях, выведенных из сельскохозяйственного оборота. Также ценопопуляции сосны с идентичной возрастной доминантой были отмечены нами на борových террасах С. Донца с тем исключением, что они не были зафиксированы на сельхозугодьях, выведенных из пользования (табл. 3).

Таблица 3  
Результаты оценки биометрических показателей молодняков сосны на залежных землях в границах северного кластера исследования

Объект	Средние показатели					Доминанта
	Возраст, лет	Диаметр, см	Высота, м	Ширина кроны, см		
				север-юг	запад-восток	
<i>Биосферный заповедник «Брянский лес»</i>						
ПП-436а	7,2 ± 0,25	2,2 ± 0,28	1,8 ± 0,17	110,7 ± 10,55	113,2 ± 10,45	2007 ± 1 г.
ПП-446а	7,8 ± 0,10	3,4 ± 0,30	2,6 ± 0,14	155,0 ± 9,96	152,5 ± 10,67	2007 ± 1 г.
ПП-456а	7,7 ± 0,22	2,6 ± 0,31	2,1 ± 0,17	130,3 ± 11,39	122,6 ± 10,26	2007 ± 1 г.
ПП-466а	7,3 ± 0,25	2,7 ± 0,21	2,2 ± 0,18	136,9 ± 10,40	132,5 ± 10,10	2007 ± 1 г.
<i>Национальный парк «Орловское Полесье»</i>						
ПП-1оп	7,9 ± 0,10	2,1 ± 0,25	2,4 ± 0,08	98,5 ± 8,52	94,5 ± 7,83	2007 ± 1 г.
ПП-5оп	7,9 ± 0,10	3,5 ± 0,32	2,8 ± 0,14	158,9 ± 10,55	154,7 ± 96,30	2007 ± 1 г.
ПП-9оп	7,9 ± 0,08	4,3 ± 0,37	2,8 ± 0,18	173,8 ± 11,80	175,3 ± 12,47	2007 ± 1 г.
<i>Национальный парк «Смоленское Поозерье»</i>						
ПП-41сп	7,4 ± 0,09	2,3 ± 0,29	1,8 ± 0,09	80,5 ± 7,85	77,1 ± 7,00	2007 ± 1 г.
ПП-45сп	7,3 ± 0,08	1,8 ± 0,29	1,8 ± 0,08	71,1 ± 6,38	70,8 ± 6,76	2007 ± 1 г.
ПП-49сп	7,6 ± 0,09	2,5 ± 0,24	2,1 ± 0,09	103,9 ± 7,24	105,6 ± 7,26	2007 ± 1 г.

Кроме указанных возрастных поколений, для северного кластера характерно присутствие ценопопуляций молодняков с возрастной доминантой 2004 ± 1 год. Растительные группировки сосны с указанной доминантой возрастного спектра были неоднократно зафиксированы нами на территории национальных парков «Орловское Полесье» и «Смоленское Поозерье», а также в биосферном заповеднике «Брянский лес». Однако данная возрастная категория молодняков не встречена нами в границах центрального кластера исследования. Таким образом, допустимо предположение о том, что популяционные всплески на пространстве юго-западного сегмента Русской равнины происходят синхронно. Одновременное массовое появление самосева и молодняков сосны правомерно ожидать не только в границах пирогенного ряда, но и на землях, выведенных из сельскохозяйственного пользования, прежде всего, на заброшенных пашнях.

Осенью 2017 г. наши исследования были продолжены в границах южного кластера, в предгорной лесостепной зоне Крыма. Сеть пробных площадей с целью изучения особенностей пространственно-возрастной структуры молодняков сосны крымской была сформирована на северном макросклоне Крымских гор в лесостепной предгорной зоне. Опытные объекты расположены в Белогорском и Новокленовском лесничествах. В первом случае, на территории Белогорского лесничества, молодняки сосны крымской (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) расположены в границах лесного фонда и приурочены к распаханному противопожарному разрыву, ширина которого превышает двойную среднюю высоту материнского насаждения. Во втором случае молодняки сосны расположены на залежных землях, выведенных из сельскохозяйственного пользования в начале 2000-х годов. Молодняки сосны на залежных землях, непосредственным образом примыкают к границам Новокленовского лесничества (табл. 4).

Таблица 4

Доминирующие поколения молодняков сосны обыкновенной на землях, выведенных из сельскохозяйственного пользования в границах южного кластера исследований

Лесохозяйственное (лесоохотничье) предприятие	Доминирующее поколение, год	Экологические условия	Тип ценопопуляции
Белогорское	1996 ± 1	лесной фонд -	устойчивый
Новокленовское	2002 ± 1	земли с.-	устойчивый
Новокленовское	2002 ± 1	земли с.-	процветающий
Новокленовское	2006 ± 1	земли с.-	процветающий
Новокленовское	2006 ± 1	земли с.-	процветающий

Полученные данные позволяют выдвинуть предположение о том, что популяционные всплески *P. nigra* subsp. *pallasiana* на объектах исследования наблюдаются с определённой периодичностью. В данном случае выявлено три доминирующих поколения подростов и молодняков сосны крымской: 1996 ± 1, 2002 ± 1, 2006 ± 1, что согласуется с данными, полученными нами ранее при исследовании естественного возобновления сосняков на территории Русской равнины [27]. Каждое доминирующее поколение сопровождается шлейф сопутствующих возрастных генераций молодняков сосны. Принимая во внимание периодичность и пульсирующий характер популяционных всплесков представителей рода *Pinus*, можно утверждать, что процессу естественного возобновления во времени на территории юго-западного сегмента равнины присущи черты самоподобия и инвариантности. Масштаб популяционного всплеска в каждом конкретном случае определяется не только урожаем семян сосны, но и наличием ниш возобновления, в той или иной мере отвечающих популяционному всплеску. Одним из условий, оказывающих заметное влияние на структуру ценопопуляции, является наличие линейных контуров полей, прилегающих к материнским насаждениям или лесным полосам, и их площадь. Молодняки сосны в пространстве поподобных объектов, как правило, представлен массивом в виде сплошной ленты. Варьирование плотности растений в границах пространства возобнов-

ления достаточно хорошо прослеживается на 100–150-метровом удалении от лесного насаждения. Зоны с повышенной плотностью растений расположены в непосредственной близости к лесному массиву, на удалении от которого закономерно снижается численность растений на единице площади. Сравнительно высокая густота растений, как правило, сохраняется на расстоянии до двух средних высот материнского насаждения или в 50-метровой зоне. Безусловно, в каждом конкретном случае возможно варьирование указанной зоны, что зависит от совокупности экологических факторов. Тенденция к снижению плотности ценопопуляции с удалением от стены материнского насаждения остаётся неизменной во всей совокупности выполненных нами наблюдений. Последовательные смены плотности стояния растений и сомкнутости кронового пространства, изменения площади питания особей в границах существующих растительных группировок определяющим образом оказывают влияние на варьирование комплекса биометрических показателей ценопопуляции и её фрагментов (табл. 5). Так, например, с одной стороны, увеличение площади питания растений влечёт за собой возрастание биометрических показателей, с другой – одиночные особи нередко отстают в росте и развитии по причине конкуренции со стороны растений экологических аналогов, способных занять относительно свободные экологические ниши, замещая *P. sylvestris* и *P. nigra* subsp. *pallasiana*.

Таблица 5

Биометрическая оценка молодняков сосны, приуроченного к линейным контурам материнских насаждений

Объект (зона)	Удаление от стены леса, м	Количество растений, тыс. шт./га	Диаметр на высоте груди, см	Высота растений, м	Возраст, лет
Северный кластер					
Национальный парк «Смоленское Поозерье» (хвойно-широколиственные леса)	до 50	4,9-	2,3 ± 0,29	1,8 ± 0,09	7,4 ± 0,09
	50-	3,8-	2,8 ± 0,28	1,8 ± 0,08	7,4 ± 0,09
	100 и более	2,4-	2,5 ± 0,24	2,1 ± 0,09	7,6 ± 0,09
Национальный парк «Орловское Полесье» (хвойно-широколиственные леса)	до 50	10,8-	2,1 ± 0,25	2,4 ± 0,08	7,9 ± 0,10
	50-	5,2-	3,5 ± 0,32	2,8 ± 0,14	7,9 ± 0,11
	100 и более	1,7-	4,3 ± 0,37	2,8 ± 0,18	7,9 ± 0,08
Центральный кластер					
Скрипаёвское лесничество (лесостепь)	до 50	7,6-	2,0 ± 0,17	2,4 ± 0,05	9,1 ± 0,08
	50-	1,3-	3,6 ± 0,28	1,7 ± 0,34	8,6 ± 0,38
Скрипаёвское лесничество (лесостепь)	до 50	8,3-	1,9 ± 0,07	2,3 ± 0,12	9,1 ± 0,07
	50-	1,8-	4,5 ± 0,24	3,4 ± 0,12	8,8 ± 0,19
	100 и более	0,8-	4,8 ± 0,26	3,2 ± 0,16	8,9 ± 0,07
Южный кластер					
Новоклёновское лесничество (предгорная лесостепь)	до 50	4,1-	7,2 ± 0,61	5,3 ± 0,42	19,7 ± 0,29
	50-	3,3-	6,9 ± 0,76	5,0 ± 0,54	19,1 ± 0,49
	100 и более	0,7-	8,5 ± 0,75	6,4 ± 0,71	20,7 ± 0,42
Солнечногорское лесничество (горно-лесная зона)	до 50	17,6-	3,6 ± 0,21	3,8 ± 0,21	16,9 ± 0,17
	50-	4,1-	4,9 ± 0,35	3,7 ± 0,18	16,5 ± 0,16
	100 и более	2,8-	6,1 ± 0,51	3,5 ± 0,17	15,4 ± 0,33

Специфика изменений пространственного рисунка ценопопуляции, а также варьирование биометрических показателей молодняков позволяют выделить, по меньшей мере, три хорошо различимых функциональных зоны в границах существующих полей возобновления. Первая – зона повышенной густоты растений на единице площади, в пространстве которой преобладают внутривидовые процессы, межвидовые взаимодействия сведены к минимуму или отсутствуют. Молодняки сосны свойственны сравнительно низкие биометрические показатели. В пределах следующей зоны плотность стояния растений несколько

ниже. Это переходная зона, в границах которой сомкнутое кроновое пространство сосны перемежается наличием прогалин и полей, вследствие чего формируется своеобразный популяционный узор пространства возобновления. Здесь прослеживается сочетание внутри- и межвидового влияния и взаимодействия растений. Средние показатели молодняков заметно выше, чем в предыдущем случае. За переходной зоной следует зона диффузной конкуренции, где наблюдается резкое снижение густоты растений и отсутствует сомкнутость кронового пространства молодняков сосны. В границах указанной структурно-функциональной зоны преоб-

ладает межпопуляционное взаимодействие растений, внутривидовое влияние сведено к минимуму. Несмотря на то, что площадь питания здесь заметно увеличена и, как правило, исключена внутривидовая конкуренция, наблюдается тенденция снижения средней высоты и прироста верхушечной оси растений.

Ещё раз обратим внимание на тот факт, что в зависимости от конкретных условий, например, структуры плодonoшения материнских насаждений, особенностей субстрата для прорастания семян, уровня конкуренции со стороны растений экологических аналогов возможно варьирование линейных параметров или же смещение указанных зон ценопопуляции вдоль линейного контура лесного массива. Чаше растения сосны успешно

расселяются на расстоянии 100–150 м от стены леса, реже – на удалении 200–250 м. Тем не менее, в общем списке возможных вариантов формирования ценопопуляций молодняков сосны имеются сведения о том, что максимальное удаление растений от стены насаждения может составлять 800 м [14]. Одной из причин, объясняющих подобную инверсию пространственной структуры ценопопуляций, является наличие условий, исключающих конкуренцию для сосны со стороны растений напочвенного покрова. В качестве подтверждения приведём пример (табл. 6), когда нами были зафиксированы растительные группировки молодняков сосны крымской на удалении 300 и 500 м от стен материнского насаждения в условиях Новокленовского лесничества (предгорная лесостепь).

Таблица 6  
Фрагмент биометрической оценки молодняков сосны крымской, расположенных на значительном удалении от стен леса

Объект (шифр пробы)	Удаление от стены леса, м	Средние показатели				Количество растений, шт./га
		Возраст, лет	Диаметр, см	Высота, м	Прирост, см	
14/21	300	15,9 ± 1,08	5,4 ± 1,29	2,9 ± 0,38	18,1 ± 1,91	700
15/21	300	18,1 ± 0,91	6,2 ± 1,6	3,3 ± 0,45	17,7 ± 1,86	800
18/20	500	17,7 ± 0,42	9,8 ± 1,51	4,2 ± 0,55	24,1 ± 2,79	600

Появление одиночных деревьев и групп молодняка на указанном расстоянии было связано с отсутствием напочвенного покрова на склонах формирующихся балок ввиду почвенной эрозии. Контур группы сосны в таких условиях зачастую линейные, дублирующие направление склона балки. Также незначительные по плотности растительные группировки молодняков сосны крымской встречаются на активных повышенных элементах рельефа, где присутствует выход на дневную поверхность каменных и щебенчатых субстратов и на каменистых осыпях пологих склонов.

Характерной чертой указанных группировок молодняков сосны крымской, находящихся на удалении 300–500 метров от стен материнских насаждений, является незначительная численность растений (до

600–800 шт./га), зачастую встречаются лишь одиночные особи (100–200 шт./га). Находящиеся на заметном удалении друг от друга деревья отличаются хорошо развитой и низко опущенной кроной, достаточно рано вступают в фазу плодonoшения. На обследованных нами пробных площадях плодonoсит от 30 до 50 % особей от их общего количества в группе. Возраст плодonoсящих деревьев составляет 18–20 лет. Очевидно, что за плодonoшением указанной категории деревьев и биогрупп последует уплотнение данной структурно-функциональной зоны и усложнение возрастной структуры ценопопуляции. В условиях суборей и сугрудой следует ожидать изменения породного состава насаждений за счёт появления примеси сопутствующих пород. В борových условиях с каждым очередным популяционным всплеском на фоне увеличе-

ния численности растений будет наблюдаться расширение диапазона возрастной структуры формируемого насаждения.

Принимая во внимание результаты многочисленных исследований, в том числе, посвящённых вопросам естественного залесения земель, выведенных из сельскохозяйственного пользования, можно предположить, что пространственной структуре вновь формируемых ценопопуляций присущи свойства схожести и самоподобия [15, 21, 27, 28]. Результаты выполненных исследований позволяют выявить типичные черты пространственной структуры ценопопуляций и ценопопуляционных фрагментов, основными среди которых следует назвать закономерную смену плотности растений с удалением от стены леса, синхронное указанному процессу варьирование комплекса биометрических показателей и авторегуляцию процесса возобновления в пространстве объекта исследования. Функцию комплементарной пары ценопопуляции составляет пространство или поле возобновления. Таким образом, итоги наших исследований с определённой степенью условности позволяют выдвинуть предположение о том, что пространственная структура рассматриваемого процесса фрактальна, инвариантна. Масштабы процесса залесения и структура ценопопуляций и молодняков сосны обусловлены конкретными экологическими условиями, в данном случае – особенностями сельскохозяйственных угодий, в границах которых протекают процессы естественного восстановления лесного покрова.

#### Заключение

Изучение процессов естественного залесения земель, выведенных из сельскохозяйственного оборота, позволяют выявить ряд структурно-функциональных особенностей указанного процесса. В частности, массовый вывод пашни из сельскохозяйственного оборота на территории Русской равнины сопровождается столь же массовым и синхронным по времени формированием молодняков лиственных и хвойных пород. Наиболее распространёнными на начальных стадиях расселения растительности являются берёза,

осина, ива, ольха серая, сосна, формирующие на залежных землях смешанные или же чистые насаждения. Преобладают берёзовые и осиновые, чистые сосновые насаждения и насаждения с господством сосны встречаются заметно реже. Основной причиной подобного пространственного перераспределения является эдафический фон залежи. В частности, успешное залесение сосной наблюдается большей частью в борových и суборových условиях. Безусловно, заметное влияние на структуру и состав насаждений также оказывают и другие факторы. Например, вид угодий, давность срока и качество обработки почвы, удаление от источников обсеменения, линейные размеры, форма и площадь участка, породный состав и возраст материнских насаждений, расположенных по её контуру и прочие, но ведущим фактором остаётся влияние эдафической основы залежи.

Процесс расселения представителей рода *Pinus* и восстановления утраченного популяционного пространства, в частности, на землях, выведенных из сельскохозяйственного пользования, циклически во времени. В процессе реализации репродуктивного потенциала в категорию самосева и молодняков в границах каждого из циклов формирование структуры ценопопуляции сосняков происходит в соответствии с ёмкостью ниш возобновления. То есть процесс естественного зарастания до определённой степени можно признать дискретным во времени и пространстве. Очевидно, дискретность этого процесса обусловлена фрактальной природой популяционного всплеска во времени и пространстве. Неизменность структуры ценопопуляций и составляющих её элементов является убедительным аргументом в пользу предположения фрактальной природы процессов естественного зарастания, позволяющей объяснить механизмы устойчивости лесных экосистем.

Пространственно-возрастная структура молодняков сосны сравнительно типична, но разномасштабна в пространстве наблюдаемых объектов. Её разномасштабная инвариантность объяснима комплементарностью биоэкологических свойств молодняков ёмкости существующих экологических ниш и ав-

торегулирующей структуры ценопопуляции в соответствии с совокупностью экологических факторов, в той или иной мере лимитирующих процессы естественного возобновления сосняков. Принятие во внимание фрактальной основы процесса является основанием для совершенствования комплекса мероприятий по восстановлению коренных сосняков, а также по совершенствованию технологии создания лесных культур.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аверина, М.В. Вторичные сукцессии на землях из-под сельскохозяйственного пользования на территории Кенозерского национального парка / М.В. Аверина, П.А. Феклистов, С.В. Третьяков, О.Д. Кононов // Вестник Красноярского государственного университета. – 2016. – № 5. – С. 25–32.
2. Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота / под редакцией акад. Г.А. Романенко. – М.: Росинформагротех, 2008. – 64 с.
3. Алисов, Б.П. Климат СССР / Б. П. Алисов. – М.: Высшая школа, 1969. – 131 с.
4. Бакшеева, Е.О. Особенности зарастания древесной растительностью неиспользуемых сельскохозяйственных земель / Е.О. Бакшеева, Т.И. Ростовцева, А.С. Морозов // Вестник Красноярского государственного университета. – 2017. – № 10. – С. 100–107.
5. Белоусова, А.П. Оценка интенсивности зарастания почв сельскохозяйственных угодий лесной растительностью по данным дистанционного зондирования / А.П. Белоусова, А.Н. Чашин // Вестник Удмуртского университета. Серия: Биология. Науки о Земле. – 2018. – Т. 28, № 3. – С. 269–278.
6. Белоусова, А.П. Пространственно-временные особенности современной динамики лесистости на землях сельскохозяйственных угодий (на примере равнинных ландшафтов Пермского Прикамья): дис. ... канд. геогр. наук / А.П. Белоусова – Пермь, 2022. – 134 с.
7. Беляев, В.В. Состояние древесной растительности на землях, выбывших из хозяйственного оборота в Архангельской области / В.В. Беляев, О.Д. Кононов, А.А. Карабан, В.В. Старицын // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Естественные науки. Науки о Земле. – 2013. – № 2. – С. 5–11.
8. Вараксин, Г.С. Зарастание древесной растительностью земель сельскохозяйственного назначения / Г.С. Вараксин, А.А. Вайс, Е.М. Байкалов // Вестник Красноярского государственного университета. – 2012. – № 5. – С. 201–205.
9. Волков, С.Н. Проблемы действующего правового механизма выявления неиспользуемых земель, принудительного прекращения прав на них и их последующего вовлечения в хозяйственный оборот / С.Н. Волков, С.А. Липски // Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2014 году / Минсельхоз России. – Москва, 2015. – С. 14–18.
10. Грейг-Смит, П. Количественная экология растений / П. Грейг-Смит. -Гульбе, А.Я. Процесс формирования молодняков древесных пород на залежи в южной тайге: дис. ... канд. биол. наук / Гульбе А. Я. – М.: Институт лесоведения РАН, 2009. – 22 с.
11. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2020 году. – М.: Росинформагротех, 2022. – 384 с.
12. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2019 году. – М.: Росинформагротех, 2021. – 404 с.
13. Жижин, С.М. Изменение площади сельскохозяйственных угодий в Удмуртской Республике / С.М. Жижин, С.В. Залесов, А.Г. Магасумова // Лесной вестник. – 2022. – Т. 26, № 3. – С. 47–53.
14. Злобин, Ю.А. Оценка качества ценопопуляций подростов древесных пород / Ю.А. Злобин // Лесоведение. – 1976. – № 6. – С. 72–79.
15. Исаенкова, Н.Ю. Состояние основных насаждений, произрастающих на неиспользуемых сельскохозяйственных землях / Н.Ю. Исаенкова // Актуальные проблемы лесного комплекса. – Брянск: БГИТА, 2006. – Вып. 13. – С. 51–52.

16. Королева, Н.В. Оценка масштабов зарастания нелесных земель в Национальном парке «Смоленское Поозерье» за 25 лет по спутниковым данным LANDSAT / Н.В. Королева, Е.В. Тихонова, Д.В. Ершов, А.Н. Салтыков, Е.А. Гаврилюк, А.В. Пугачевский // Лесоведение. – 2018. – № 2. – С. 83–96.
17. Курбанов, Э.А. Оценка зарастания земель запаса Республики Марий Эл лесной растительностью по спутниковым снимкам / Э.А. Курбанов, О.Н. Воробьев, А.В. Губаев, С.А. Лежнин, С.А. Незамаев, Т.Л. Александрова // Вестник Марийского государственного технического университета. – 2010. – № 2. – С. 14–20.
18. Липски, С.А. Состояние и использование земельных ресурсов России: тенденции текущего десятилетия / С.А. Липски // Проблемы прогнозирования. – 2020. – № 4. – С. 107–114.
19. Люри, Д.И. Динамика сельскохозяйственных земель в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв / Д.И. Люри, С.В. Горячкин, Н.А. Караваева [и др.]. – М.: ГЕОС, 2010. – 426 с. – ISBN: 9785891185005.
20. Мандельброт, Б. Фрактальная геометрия природы / Б. Мандельброт. – Морозов, А.М. Особенности лесообразовательного процесса на пашне и сенокосе / А.М. Морозов, И.О. Николаева // Вестник Алтайского государственного университета. – 2013. – № 5 (103). – С. 82–86.
21. Мячкова, Н.А. Климат СССР / Н.А. Мячкова. – М.: Издательство МГУ, 1983. – 192 с.
22. Перепечина, Ю.И. Учёт и оценка лесов, возникших на сельскохозяйственных землях, с использованием данных дистанционного зондирования земли / Ю.И. Перепечина // Лесной журнал. – 2016. – № 4. – С. 71–80.
23. Потапенко, А.М. Особенности естественного возобновления древесно-кустарниковых пород на выведенных из оборота сельскохозяйственных Гомельской и Брестской областей / А.М. Потапенко, О.Н. Федоренко, В.А. Серенкова // Труды БГТУ. Серия: Лесное хозяйство. – 2014. – № 1. – С. 85–87.
24. Пятницкий, С.С. Методика исследований естественного семенного возобновления в лесах левобережной Лесостепи Украины / С.С. Пятницкий // Харьков: ХСХИ, 1959. – С. 18–26.
25. Салтыков, А.Н. Структурно-функциональные особенности естественного возобновления придонских боров / А.Н. Салтыков. – Симферополь: Ариал, 2019. – 361 с.
26. Санников, С.Н. Экология естественного возобновления сосны под пологом леса / С.Н. Санников, Н.С. Санникова. – М.: Наука, 1985. – 152 с.

#### REFERENCES

1. Averina M.V., Feklistov P.A., Tret'yakov S.V., Kononov O.D. Vtorichnye sukcesii na zemlyah iz-pod sel'skohozyajstvennogo pol'zovaniya na territorii Kenozerskogo nacional'nogo-parka. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2016, no. 5, pp. 25–32. (In Russian).
2. Agroekologicheskoe sostoyanie i perspektivy ispol'zovaniya zemel' Rossii, vybyvshih iz aktivnogo sel'skohozyajstvennogo oborota. Moscow, 2008, 64 p. (In Russian).
3. Alisov B.P. Klimat SSSR. Moscow, 1969, 131 p. (In Russian).
4. Baksheeva E.O., Rostovceva T.I., Morozov A.S. Osobennosti zarastaniya drevesnoj rastitel'nost'yu neispol'zuemykh sel'skohozyajstvennykh zemel'. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2017, no. 10, pp. 100–107. (In Russian).
5. Belousova A.P., Chashchin A.N. Ocenka intensivnosti zarastaniya pochv sel'skohozyajstvennykh ugodij lesnoj rastitel'nost'yu po dannym distantsionnogo zondirovaniya. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya Biologiya. Nauki o Zemle*. 2018, vol. 28, no. 3, pp. 269–278. (In Russian).
6. Belousova A.P. Prostranstvenno-vremennyye osobennosti sovremennoy dinamiki lesistosti na zemlyah sel'skohozyajstvennykh ugodij (na primere ravninnykh landshaftov Permskogo Prikam'ya): dis. ... kand. geogr. nauk. Perm', 2022, 134 p. (In Russian).
7. Belyaev V.V., Kononov O.D., Karaban A.A., Staritsyn V.V. Sostoyanie drevesnoj rastitel'nosti na zemlyah, vybyvshih iz hoz'yajstvennogo oborota v Arhangel'skoj oblasti. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya Estestvennye nauki. Nauki o Zemle*. 2013, no. 2, p. 5–11. (In Russian).
8. Varaksin G.S., Vajs A.A., Bajkalov E.M. Zarastanie drevesnoj rastitel'nost'yu zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2012, no. 5, pp. 201–205. (In Russian).



9. Volkov S.N., Lipski S.A. Problemy dejstvuyushchego pravovogo mekhanizma vyyavleniya neispol'zuemykh zemel', prinuditel'nogo prekrashcheniya prav na nih i ih posleduyushchego vovlecheniya v hozyajstvennyj oborot. V knige "Doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya Rossijskoj Federacii v 2014 godu. Minsel'hoz Rossii". 2015, pp. 14–18. (In Russian).
10. Grejg-Smit P. Kolichestvennaya ekologiya rastenij. Moscow, 1967, 359 p. (In Russian).
11. Gul'be A.Ya. Process formirovaniya molodnyakov drevesnyh porod na zalezhi v yuzhnoj tajge. Avtoref. dis.... kand. biol. nauk. Moscow, 2009, 22 p. (In Russian).
12. Doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya Rossijskoj Federacii v 2020 godu. Moscow, 2022, 384 p. (In Russian).
13. Doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya Rossijskoj Federacii v 2019 godu. Moscow, 2021, 404 p. (In Russian).
14. Zhizhin S.M., Zalesov S.V., Magasumova A.G. Izmenenie ploshchadi sel'skohozyajstvennykh ugodij v Udmurtskoj Respublike. *Lesnoj vestnik*. 2022, vol. 26, no. 3, pp. 47–53. (In Russian).
15. Zlobin Yu.A. Ocenka kachestva cenopopulyacij podrosta drevesnyh porod. *Lesovedenie*. 1976, no. 6, pp. 72–79. (In Russian).
16. Isaenkova N.Yu. Sostoyanie sosnovykh nasazhdenij, proizrastayushchih na neispol'zuemykh sel'skohozyajstvennykh zemlyah. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa. Bryansk, BGITA*. 2006, vyp. 13, pp. 51–52. (In Russian).
17. Koroleva N.V., Tihonova E.V., Ershov D.V., Saltykov A.N., Gavrilyuk E.A., Pugachevskij A.V. Ocenka masshtabov zarastaniya nelesnykh zemel' v Nacional'nom parke "Smolenskoe Poozer'e" za 25 let po sputnikovym dannym LANDSAT. *Lesovedenie*, 2018, no. 2, pp. 83–96. (In Russian).
18. Kurbanov E.A., Vorobiev O.N., Gubaev A.V., Lezhnin S.A., Nezamaev S.A., Alexandrova T. L. Ocenka zarastaniya zemel' zapasa Respubliki Marij El lesnoj rastitel'nost'yu po sputnikovym snimkam. *Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2010, no. 2, pp. 14–20. (In Russian).
19. Lipski S.A. Sostoyanie i ispol'zovanie zemel'nyh resursov Rossii: tendencii tekushchego desyatiletiya. *Problemy prognozirovaniya*. 2020, no. 4, pp. 107–114. (In Russian).
20. Lyuri D.I., Goryachkin S.V., Karavaeva N.A., Denisenko E.A., Nefedova T.G. Dinamika sel'skohozyajstvennykh zemel' v XX veke i postagrogennoe vosstanovlenie rastitel'nosti i pochv. Moscow, 2010, 426 p. ISBN: 9785891185005. (In Russian).
21. Mandel'brot B. Fraktal'naya geometriya prirody. Moscow, 2002, 656 p. (In Russian).
22. Morozov A.M., Nikolaeva I.O. Osobennosti lesoobrazovatel'nogo processa na pashne i senokose. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2013, no. 5 (103), pp. 82–86. (In Russian).
23. Myachkova N.A. Klimat SSSR. Moscow, 1983, 192 p. (In Russian).
24. Perepechina Yu.I. Uchyot i ocenka lesov, vznikshih na sel'skohozyajstvennykh zemlyah, s ispol'zovaniem dannyh distancionnogo zondirovaniya zemli. *Lesnoj zhurnal*. 2016, no. 4, pp. 71–80. (In Russian).
25. Potapenko A.M., Fedorenko O.N., Serenkova V.A. Osobennosti estestvennogo vozobnovleniya drevesno-kustarnikovykh porod na vyvedennykh iz oborota sel'hozugodiyah Gorn'skoj i Brestskoj oblastej. *Trudy BGTU. Seriya Lesnoe hozyajstvo*, 2014, no. 1, pp. 85–87. (In Russian).
26. Pyatnickij S.S. Metodika issledovaniy estestvennogo semennogo vozobnovleniya v lesah levoberezhnoj Lesostepi Ukrainy. Har'kov, 1959, pp. 18–26. (In Russian).
27. Saltykov A.N. Strukturno-funkcional'nye osobennosti estestvennogo vozobnovleniya pridoneckih borov. Simferopol', 2019, 361 p. (In Russian).
28. Sannikov S.N., Sannikova N.S. Ekologiya estestvennogo vozobnovleniya sosny pod pologom lesa. Moscow, 1985, 152 p. (In Russian).

Статья поступила в редакцию 1.05.2023

DOI 10.21178/2079-6080.2023.3.101  
УДК 634.237:631.6

## Продуктивность склоновых пастбищ под влиянием защитных лесных насаждений и мульчирования в лесостепи и степи Приволжской возвышенности

© П.Н. Проездов, Д.А. Маштаков, Д.В. Есков,  
А.Н. Автономов, А.В. Розанов

### Productivity of slope pastures under the influence of protective forest plantations and mulching in the forest-steppe and steppe of the Volga upland

P.N. Proezdov, D.A. Mashtakov, D.V. Eskov, A.N. Avtonomov, A.V. Rozanov (Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov)

Establishing the regularities of increasing soil fertility and grass productivity of slope pastures under the influence of protective forest plantations and mulching was the purpose of the study. The experiments were carried out according to the methods of profile research institutes and scientists of Russia. Materials of observations were processed by methods of variation statistics with the use of professional versions of standard computer programs. The main indicator of agrolandscape type in slope pastures is the slope slope value, which determines the degree of soil fertility and productivity of slope pastures. The content of humus in soil horizon A decreases from 4.69 to 1.97 % in southern chernozem and from 2.20 to 1.86 % in gray forest soil when the slope value increases. Nitrogen, phosphorus and potassium content decreases in all soil types by 1.5–4.0 times, and nitrogen content is rather low – less than 15 mg/kg. The protective forest plantations placed on sloping pastures and the application of mulching of the soil surface in the inter-band spaces, depending on the slope of the sloping pasture, increased the humus content in soils by 0.16–0.41 % in absolute value, NPK – by 9.1–30.0 %: a greater increase corresponds to the erosion hazardous types of agricultural landscape (slope steepness over 30). Productivity of pastures depends on soil fertility level, autumn and winter precipitation, moistening of vegetation period of plants growing. Grassland productivity naturally decreases with increasing slope of southern chernozem soil up to 66.7 %, gray forest soil – up to 92.1 %. Protective plantations and horizontal mulching with straw cuttings and fallen leaves allow increasing grass productivity up to 26.6 % on