



Лесообразовательный процесс на заброшенных сельскохозяйственных землях в Новосибирской области

© Д.Е. Кузин¹, Д.А. Данилов^{2,3}

Afforestation of abandoned agricultural land in the Novosibirsk region

D.E. Kuzin, D.A. Danilov (Novosibirsk State University; Saint Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov; Leningrad Research Agriculture Institute "Belogorka" – Branch of Russian Potato Research Centre)

The aim of the study was to determine the peculiarities of the forest formation process on abandoned agricultural land in the conditions of Western Siberia. A comprehensive assessment and analysis of biometric indicators of stands, living ground cover, and soils was carried out, which allows to determine the genesis of the formed phytocenoses and predict the dynamics of their development in the conditions of the Novosibirsk region. The study was conducted on former arable lands with different degrees of fertility located on the right bank of the Ob River, on constrictive-alluvial accumulative II-III terraces. The overgrowth of the site with woody vegetation, determined by GIS-description, is 60 %. Diagnostic studies of phytocenoses were carried out at 19 descriptive points, reflecting the full range of growing conditions of stands in the area under consideration. At the designated points, in the most characteristic and homogeneous areas of the ecosystems, comprehensive sampling plots with taxation, geobotanical and soil sampling were laid during the field survey. Analysis of the obtained data made it possible to determine the genesis of ecosystem development and to classify the post-agrogenic phytocenoses into 2 classes requiring different types of activities during their introduction into economic turnover. The characteristics of the class of post-agrogenic high-density stands at the studied site are as follows: composition – 8P2B, average age – 25 years; average stock – 216 m³/ha; relative fullness – 1.3; average growth – at least 7 m³/ha per year. The stands are of grade Ia bonitet. The average characteristics of the class of post-agrogenic low-density forest stands at the studied site are: composition 6P4B, average age – 21 years; average stock – 84 m³/ha; relative fullness – 0.5; average growth – not more than 4 m³/ha per year. The plantation develops according to the II class of bonitet.

At the same time, forestry activities are most appropriate in the post-agrogenic high-density plantation class, while in the post-agrogenic low-density plantation class, combined forestry and agricultural activities would be more effective.

Key words: post-agrogenic stands of different densities, pine, birch, reforestation, soils

Лесообразовательный процесс на заброшенных сельскохозяйственных землях в Новосибирской области

Д.Е. Кузин, Д.А. Данилов

Целью исследования было определить особенности лесообразовательного процесса на землях сельскохозяйственного назначения, вышедших из активного оборота в условиях Западной Сибири. Проведена комплексная оценка и анализ биометрических показателей древостоя, живого напочвенного покрова, почв, что позволяет определить особенности генезиса формируемых фитоценозов и спрогнозировать динамику их развития в условиях Новосибирской области. Исследование проводилось на бывших пашнях с различной степенью плодородия, расположенных на правом берегу р. Обь, на констративно-аллювиальных аккумулятивных II–III террасах. Зарастание участка древесной растительностью, определенное ГИС-дешифрированием, составляет 60 %. Диагностические исследования фитоценозов проведены на 19 точках описаний, отображающих полный спектр условий произрастания древостоев на рассматриваемой территории. На наиболее характерных и однородных участках экосистем в ходе полевого обследования были заложены комплексные пробные площади с проведением таксационных, геоботанических описаний и отбором проб почв.

Анализ полученных данных позволил определить генезис развития экосистем и классифицировать постагрогенные фитоценозы по 2 классам, требующим применения различных типов деятельности при вводе их в активный оборот. Характеристики класса постагрогенных высокополнотных насаждений на исследуемом участке имеют следующие показатели: состав – 8С2Б, средний возраст – 25 лет, средний запас – 216 м³/га, относительная полнота – 1,3, средний прирост – не менее 7 м³/га в год. Древостои развиваются по Ia бонитету. Усредненные характеристики класса постагрогенных низкополнотных насаждений на исследуемом участке: состав – 6С4Б, средний возраст – 21 год, средний запас – 84 м³/га, относительная полнота – 0,5, средний прирост – не более 4 м³/га в год. Насаждения развиваются по II классу бонитета.

На участках класса постагрогенных высокополнотных насаждений наиболее целесообразно ведение лесохозяйственной деятельности, в то время как на участках класса постагрогенных низкополнотных насаждений более эффективной будет комбинированная деятельность по ведению лесного и сельского хозяйств.

Ключевые слова: постагрогенные древостои различной полноты, сосна, берёза, возобновление, почвы

Кузин Дмитрий Евгеньевич – специалист Исследовательского центра «Карбоновый полигон»

E-mail: kuzin5488@gmail.com

Данилов Дмитрий Александрович – профессор кафедры лесоводства, д-р с.-х. наук; доцент; главный научный сотрудник

E-mail: stown200@mail.ru

¹Исследовательский центр «Карбоновый полигон» ФГАОУ ВО Новосибирский государственный университет

630090, Новосибирская область, г. Новосибирск, ул. Пирогова, д. 2
Телефон: +7 (383) 373-96-33

²ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова»
194021, г. Санкт-Петербург, Институтский пер., д. 5
Телефон: +7 (812) 217-93-46

³Ленинградский НИИСХ «Белогорка» – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»
188338, Ленинградская область, Гатчинский район, пгт. Сиверский, д. Белогорка, ул. Институтская, д. 1
Телефон: +7 (81371) 91-251

Введение

Проблематика неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения за последние годы привлекала внимание многих исследователей [2, 9, 12, 14, 23, 25, 27–30, 33].

Преращение использования сельскохозяйственных земель и зарастание их древесной растительностью характерно для многих стран Европы и постсоветского пространства [24–26, 28–33]. Особенно остро эта проблема проявляется в регионах с умеренным климатом в лесной и лесостепной зонах нашей страны [1, 2, 5, 8, 12, 17, 21, 27]. Процесс зарастания лесом заброшенных участков сельскохозяйственного назначения в таежной зоне России длится уже 20–40 лет. В результате на этих площадях сформировались разновозрастные насаждения различного породного состава. На сегодня такие территории занимают около 80 млн га из 222 млн га сельскохозяйственных земель России [6, 9, 14, 20].

Учитывая природные особенности Западной Сибири, процесс развития лесных сообществ на неустраиваемых участках носит интенсивный характер [6, 13, 19]. В Новосибирской области, более чем 300 тыс. га земель, заброшенных 10 и более лет назад, уже занято формирующимися лесными фитоценозами [6, 18, 21].

Задачами исследования являлись определение ключевых аспектов лесообразовательного процесса на площадях сельскохозяйственного назначения, проведение комплексной оценки и анализа биометрических показателей древостоя, живого напочвенного покрова, почв, позволяющих определить особенности генезиса формируемых экосистем и спрогнозировать динамику их развития в условиях Новосибирской области.

Объекты и методы исследования

Для решения задач исследования был выбран участок, расположенный в 120 км от Новосибирска, на территории Нижнекаменского сельсовета Ордынского района Новосибирской области, с административным центром в селе Нижнекаменка [6, 10, 11, 16].

Район исследований относится к лесостепной лесорастительной зоне Западной Сибири, лесной район – Западно-Сибирский

подтаежно-лесостепной. По лесозащитному районированию территории отнесены к зоне средней лесопатологической угрозы Приобского лесозащитного района.

Климат континентальный, средняя температура января от –16 на юге до –20 °С в северных районах. Средняя температура июля +18...+20 °С. Средняя годовая температура воздуха 0,2 °С. Абсолютный максимум температуры +37 °С, минимум –51 °С. Заморозки на почве начинаются во второй половине сентября и заканчиваются в конце мая. Продолжительность холодного периода – 178, тепло – 188, безморозного – 120 дней. Годовое количество осадков – около 25 мм, из них 20 % приходится на май–июнь, в частности, в период с апреля по октябрь выпадает в среднем 330 мм осадков, в период с ноября по март – 95 мм. В Новосибирской области в год наблюдается в среднем 86 безоблачных дней и 67 – со сплошной облачностью.

Участок расположен на правом берегу р. Обь, на констративно-аллювиальных аккумулятивных II–III террасах, в верхней части переработанных эоловыми и делювиальными процессами [4, 10].

Геоморфологическое строение характеризуется относительно сильным расчленением рельефа непосредственно на приречных участках и в районе перехода от II к III надпойменной террасе. Средние высоты над уровнем моря повышаются с 80 до 180 метров при удалении от реки Оби и условно могут быть разделены на 5 классов с интервалами по 20 метров. Согласно данным электронного ресурса vsegei.ru, почвенное строение района исследования имеет аллювиальный генезис. Все типы почв относятся к зональным, обедненным видам, характеризующимся низким плодородием.

Объекты исследования расположены на территории Ордынского лесничества Новосибирской области, в зоне Ордынского № 2 и Усть-Хмелевского лесохозяйственных участков [9, 10]. По лесохозяйственному районированию объект относится к западносибирскому подтаежно-лесостепному району лесостепной зоны. По целевому назначению леса отнесены к ленточным борам и лесам, расположенным в пустынных, полупустынных, лесостепных, лесотундровых зонах,

степях, горах. Основной лесобразующей породой является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.).

В агротехническом аспекте территория площадью более 8600 га представляет собой земли, на которых с 1990 года подсобное хозяйство «Дружба» постепенно сокращало свою хозяйственную деятельность, начиная с дальних участков. Окончательно производственная эксплуатация объекта исследований была прекращена в 2000 году. С тех пор только на 30 % участков фрагментарно велось сельское хозяйство в виде пастбищного использования и

сенокосения. По данным архивного фонда Ордынского района земель подсобного хозяйства «Дружба» относятся к пашням различной плодородности. Залесенность участка на 2022 год, определенная ГИС-дешифрированием, составляет 60 %.

На исследуемом объекте заложены 24 пробные площади (рис. 1) на 4-х ландшафтных профилях (транссектах), продолженных таким образом, чтобы охватить все возможные комбинации элементов рельефа по группам высот над уровнем моря, классов экспозиций, типам почв и плотности отражений на космических снимках.

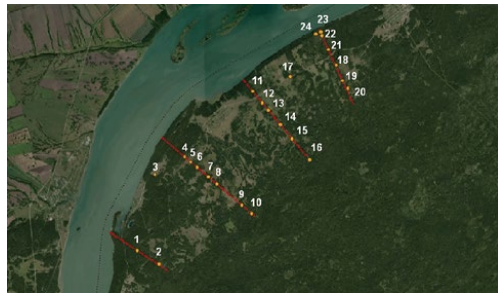


Рис. 1. Расположение точек описаний на ландшафтных профилях

Подбор объекта производился с использованием ГИС-ресурсов COGIS, позволяющих идентифицировать территории сельскохозяйственного назначения, границы которых не определены. Критерии для поиска были установлены следующие: площадь не менее 4000 га, лесистость не менее 50 %, агрокультурное использование – не более 30 %, типичные для лесостепной зоны Западной Сибири характеристики участка (рельеф, почвы, окружающие лесные экосистемы).

В качестве общей определяющей методики комплексного исследования был применен подход, сформированный Б.П. Колесниковым и В.Н. Седых, заключающийся в выявлении всех особенностей лесообразовательного процесса на территории с одинаковыми климатическими условиями с учетом генетической типологии развития лесов [5, 7, 18]. Суть подхода состоит в выявлении зако-

номерностей развития лесных экосистем на всех представленных комбинациях лесорастительных условий, при том, что в бореальной зоне основными факторами, обуславливающими различия этих комбинаций, являются абиотические (материнские породы, почвы, степень увлажнения, дренаж, экспозиция и т. п.). Предполагается, что на однотипных элементах геолого-геоморфологической сети древесные растения находятся в одинаковых условиях, и, следовательно, развитие сообществ происходит по схожему сценарию. Наиболее полный охват спектра представленных ландшафтных фаций обеспечивает выявление всех особенностей развития экосистем и дает репрезентативный ряд возможных программ восстановительно-возрастной динамики фитоценозов.

С этой целью, с применением методов ГИС-анализа и данных из открытых источни-

ков, территория исследуемого участка была классифицирована на однотипные фации с критериями разделения по совокупности следующих геолого-геоморфологических факторов: почвенное сложение, высота над уровнем моря, крутизна и экспозиция склонов.

Оцифровывание и дешифрирование снимков и построение геоморфологической схемы район исследования выполнялось с помощью приложения QGIS [6, 15, 16]. В качестве базовой карты проекта был использован спутниковый снимок местности Google Earth Satellite Hybrid (дата съемки 10.18.2021). На нем были отображены кадастровые данные Новосибирской области из Росреестра, полученные через сторонние сервисы, поскольку на тот момент плагин ПКК Росреестр в QGIS не функционировал. Через плагин SRTM Downloader загружена цифровая модель рельефа (ЦМР) DEM-N58 E081, которая была обрезана по границе района исследования. С помощью инструментов GDAL из ЦМР произведено извлечение слоев изолинии, теневого рельефа, экспозиции и классификации рельефа исследуемого объекта. Комбинации экспозиций элементов рельефа были разделены на 4 класса, высот над уровнем моря – на 5 классов

Классификация почв произведена путем гео-привязки фрагмента карты четвертичного отложения местности (Лист N-44-KQQ, информационный ресурс <https://vsegei.ru/>), по которому выделено 3 типа почв.

Затем в ГИС-приложении CoGIS данные были проанализированы и на карте сформированы четыре ландшафтных профиля, охватывающие все возможные варианты комбинаций элементов рельефа.

На профилях были проставлены 24 точки описаний в достоверно дешифрируемых постагрозенных лесных сообществах, с учетом наиболее полной представленности отражений по всему участку, 19 из них были комплексно обследованы. Геоданные были перенесены в смартфон, в приложение COGIS компании Data East, которое использовалось при геопозиционировании на этапе полевых работ.

В намеченных точках на наиболее характерных и однородных участках экосистем в ходе полевого обследования были заложены комплексные пробные площади с проведени-

ем таксационных, геоботанических учетов и отбором проб почв.

Таксационные описания проводились в соответствии с требованиями действующих нормативных, руководящих документов, методических указаний и рекомендаций [10, 11].

В точке описания № 1 была заложена постоянная пробная площадь размером 25×25 метров и проведен сплошной пересчет древостоя. В остальных пунктах учета было заложено по 5 временных пробных площадей радиусом 3,91 м, площадью 50 м². На постоянной и временных пробных площадях производились замеры высот и диаметров учтенных деревьев, определялся их возраст, а также полнота древостоев. Инструментальные измерения выполнялись полнотомером Биттерлиха, высотомером Nikon Forestry Pro, буссолью SUUNTO, мерной вилкой и возрастным буром фирмы Haglof.

Геоботанические описания выполнялись в соответствии с методикой Браун-Бланке на площадках размером 20×20 метров, при этом фиксировались только доминантные виды и проективное покрытие живого напочвенного покрова по ярусам.

Камеральная обработка данных производилась в компьютерной программной среде с применением общепринятых методик.

Результаты исследований и их обсуждение

На всех точках описаний (за исключением № 3) возраст древостоя составил более 20 лет, что соответствует времени прекращения хозяйственной деятельности на исследуемом участке (период с 1991 по 2001 г.).

Большинство исследуемых фитоценозов высокоэффективны по продуцированию стволовой древесины, так как средний запас составляет более 130 м³/га, величина которого при зафиксированном среднем возрасте соответствует Ia бонитету по таблице хода роста нормальных сосновых древостоев [22].

Во всех насаждениях преобладающая порода – сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). В смешанных древостоях с березой повислой (*Betula pendula* Roth.), представленных в 8 из 19 точек описаний, возраст сосны превышает возраст конкурирующей породы в среднем на 7 лет. Данное обстоятельство свидетельствует

о более преимущественных условиях поселения этой породы по сравнению с березой [10].

По-видимому, определяющим фактором, обеспечивающим заселение заброшенных угодий сосной, является следующее: во всех сообществах с наличием древостоя старше 10 лет зафиксированы формы микрорельефа в виде гряд с различной степенью выраженности. Ширина вершин гряд составляет от 1,2 до 2 метров, высота в верхней точке – от 0,1 до 0,3 метров.

Так как в архивных документах Ордынского района исследуемые участки числятся как пашни, то эти неровности, очевидно, являются остаточными следами «зяблевой вспашки – отвальной обработки почвы в максимально приближенный к установлению снегового покрова период, с тем чтобы вызывать гибель нежелательных для агрокультурной деятельности почвенных организмов. В аридных условиях, к которым можно отнести и территорию исследования, в зяблевой вспашке проявляется дополнительный фактор оптимизации земледелия – способствование влагозадержанию.

Исходя из этих свойств, зяблевую вспашку производили поздней осенью, зачастую по влажной почве, с применением гусеничных тракторов, что влечет за собой формирование выраженных гряд, ширина которых зависит от параметров захвата используемого плуга.

Повсеместное применение этого метода обработки почвы подтвердили и данные опроса местных жителей, участвовавших в деятельности хозяйства «Дружба». Данная операция проводилась каждый год. Примечательно, что решение о прекращении культивирования того или иного участка в экономических условиях 90-х годов XX века, принималось весной. К этому же периоду относятся и оставление земель, рассматриваемых в настоящем исследовании. Следовательно, после схода снега-бывшие сельскохозяйственные угодья представляли собой оптимальные условия для поселения сосны обыкновенной. Семена попадали на рыхлый увлажненный субстрат и интенсивно прорастали, имея существенное преимущество перед агрессивными видами луговых трав в виде более раннего начала вегетации, количества семян на единицу площади, достаточной влаги и устойчивости к поздним заморозкам.

Вторым определяющим фактором является наличие достаточного семенного базиса (близлежащих древостоев сосны) для обсеменения участка. При этом на точках описаний № 8, 14, 17, 18, 19 с высокопродуктивным древостоем сосны с запасом более 100 м³/га, наличие обсеменителей, примыкающих к насаждению, либо не фиксировалось, либо они присутствовали в единичных экземплярах.

Третьим фактором интенсивного заселения сосной является повторяемость лет ее обильного плодоношения, которая в лесостепной зоне установлена как наиболее частая в ареале этой породы и может повторяться несколько лет подряд.

Комбинация вышеописанных факторов является определяющей при развитии лесных сообществ на исследуемой территории в случае полного прекращения аграрной деятельности.

Если же участок в дальнейшем использовался в сельскохозяйственном производстве в виде покоса или пастбища, то создавались условия, препятствующие росту всходов деревьев, а именно – скос при уборке трав, утаптывание крупным рогатым скотом, задернение верхних слоев почв, характерное для луговых трав. Чем более продолжительной была луговая стадия, тем более затруднительным был старт лесообразовательного процесса на участке после прекращения деятельности.

Наиболее презентативным индикатором продолжительности периода луговой стадии является величина и жизнеспособность популяции муравьев *Lasius niger*, лугового вида, занимающего неиспользуемые открытые участки на территории Западной Сибири. Чем большее количество действующих муравейников встречается на точке описаний, тем менее продуктивным является древостой по запасу стволовой древесины и по количеству деревьев, тем более продолжительной была луговая стадия. В высокопродуктивных сосняках (точки описаний № 1, 4, 9, 11, 14, 16, 19) с запасами около или более 200 м³/га этот вид не представлен или встречается в единичных экземплярах, к тому же приуроченных к редким окнам в сформировавшихся древостоях.

Следовательно, период лугового использования является основным фактором, регулирующим развитие постаграрных послепашенных лесных экосистем в случае

продолжения деятельности на участке. При этом в точках описаний № 5, 6, 10, 12 и 15, характеризующихся низкой продуктивностью древостоя (менее 100 м³/га), этот тезис полностью подтверждается. Возобновление сосны на участках, какое-то время эксплуатировавшихся в виде луга, приурочено к слабо выраженным элементам микрорельефа в виде гряд высотой 0,1–0,25 метра и шириной 1,2–2 метра – следами зяблевой вспашки.

Подтверждением приведенных выводов является то обстоятельство, что на 80 % точек описаний наблюдалось размещение деревьев полосами различной степени выраженности. Основная масса экземпляров размещена на вершинах гряд, в виде полос с расстоянием между крайними соснами по ширине от 0,5 до 1,8 метров, при этом углубления между грядами не заняты древесной растительностью. Из данного обстоятельства можно сделать заключение, что обсеменение происходило весной, когда ложбины между гребнями еще были заполнены снегом, а их вершина оттаивала при первых плюсовых температурах.

К выявленным общим особенностям также стоит отнести слабую выраженность или же полное отсутствие живого напочвенного покрова в высокопродуктивных насаждениях. Это связано с тем, что они находятся в стадии активной внутривидовой конкуренции и дифференциации особей, что обуславливает интенсивное формирование опада хвои, мелких веток и части древостоя, препятствующее развитию других видов растений.

В целом проведенное исследование показало, что развитие постаграрных экосистем на заброшенных пашенных сельскохозяйственных землях в условиях лесостепи Западной Сибири имеет два основных сценария развития биогеоценозов. Определяющим фактором является последующая антропогенная нагрузка на участок и в меньшей степени – наличие и продуктивность семенного базиса, а также интенсивность обсеменения лесообразующей породой в первый год после прекращения аграрной деятельности на участке поля.

В первом сценарии развиваются древостои с высокой продуктивностью по запасу и большому количеству экземпляров на единицу площади, во втором – ход развития экосистем по этим показателям определяет длительность антропогенной эксплуатации участка в виде луга.

Ведение деятельности на заброшенных территориях требует разных подходов, технологий и методов в зависимости от вариантов развития сообществ. Для этой цели исследованные экосистемы были дифференцированы на два класса.

1) Постаграрные высокополнотные насаждения (ПВН), характеризующиеся высокой продуктивностью по запасу стволовой биомассы на единицу площади, развивающиеся на участках заброшенных пашен, поселение древесной растительности на которых произошло на следующий год после прекращения пашенной обработки (рис. 2).



Рис. 2. Постаграрное высокополнотное насаждение

Усредненные характеристики класса ПВН на исследуемом участке: состав – 8С2Б, преобладающая порода – сосна обыкновенная; средний возраст – 25 лет, средний запас – 216 м³/га, количество деревьев – 3600 шт./га, средняя полнота – 1,3, средний прирост – не менее 7 м³/га в год.

Живой напочвенный покров не выражен. Проективное покрытие не более 20 %. В окнах насаждений преобладают злаки. Мохово-лишайниковый покров занимает до 3 % проективного покрытия. Подстилка – 1–3 см

толщиной; проективное покрытие – до 95 %, состоит из слаборазложившихся продуктов опада. Содержание гумуса от 1,2 до 2,1 %, содержание углерода от 0,7 до 1,2 %, рН_{соль} от 4,4 до 5,2, почвы кислые.

Древостой развивается по I^а бонитету по таблицам хода роста нормальных (полных) древостоев сосны [22]. Прогноз продуктивности в соответствии с данными представлен на рисунке 3. Согласно этой модели хода роста, запас на 1 га в насаждении в возрасте 80 лет составит более 650 м³/га.

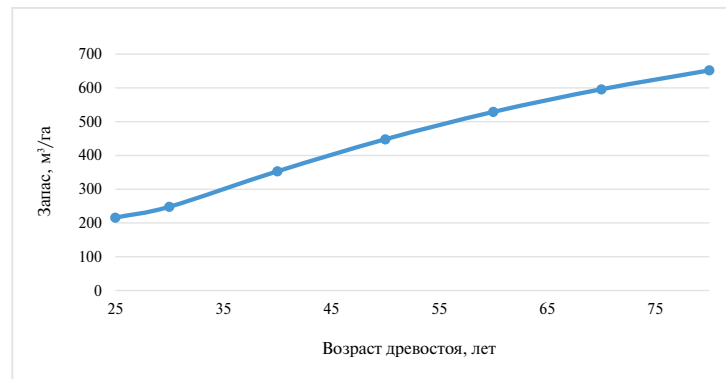


Рис. 3. Прогноз динамики запаса стволовой древесины по классу ПВН

Наиболее перспективным видом деятельности при вовлечении участков класса ПВН в экономический оборот является лесохозяйственный – в виде выращивания и эксплуатации лесов на сельскохозяйственных землях. При этом данный вид экосистем предполагает высокую эффективность при возможной реализации лесоклиматических проектов.

2) Постагрогенные низкополнотные насаждения (ПНН), характеризующиеся низкой продуктивностью по запасу стволовой биомассы на единицу площади, развивающиеся на участках заброшенных пашен, поселение древесной растительности на которых произошло после использования участка в виде луга (рис. 4).



а) с преобладанием сосны



б) с участием берёзы и наличием луговой растительности

Рис. 4. Постагрогенные низкополнотные насаждения

Усредненные характеристики класса ПНН на исследуемом участке: состав – 6С4Б, преобладающая порода – сосна обыкновенная, средний возраст – 21 год, средний запас – 84 м³/га, количество деревьев – не более 2200 шт./га; средняя полнота – 0,5, средний прирост – не более 4 м³/га в год.

Живой напочвенный покров ярко выражен. Проективное покрытие до 90 %. Доминируют злаки. Мохово-лишайниковый покров – до 6 % проективного покрытия. Подстилка –

1–3 см толщиной, наблюдается фрагментарно, в очагах скопления деревьев; проективное покрытие до 30 %, состоит из слаборазложившихся продуктов опада. Почвенные характеристики аналогичны классу ПВН.

Древостой развивается по II бонитету в части индивидуальных характеристик деревьев по таблицам хода роста нормальных (полных) древостоев [22]. Прогноз продуктивности согласно этим данным приведен на рисунке 5.

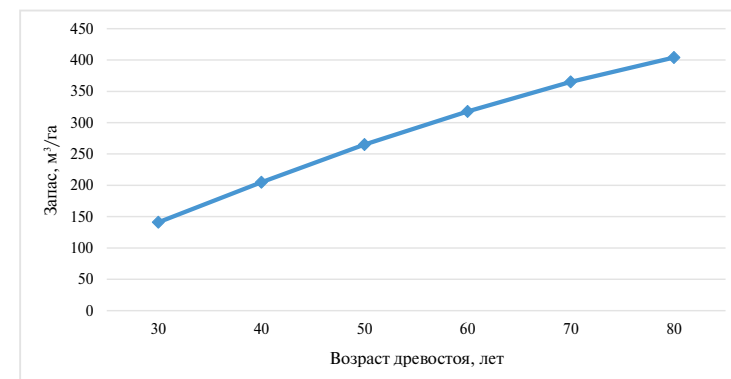


Рис. 5. Прогноз динамики запаса стволовой древесины по классу ПНН

Согласно этой модели хода роста, запас на 1 га в насаждении в возрасте 80 лет составит более 400 м³/га.

Наиболее перспективным видом деятельности при вовлечении участков класса ПНН в экономический оборот является комбинация лесного хозяйства, выращивания сельскохозяйственных культур по принципам агролесоводства и реализация лесоклиматических проектов.

Анализ данных, полученных в ходе исследования, показал различную степень продуктивности лесных экосистем, образующихся на бывших пахотных землях. Следовательно, необходимо разработать специальный режим хозяйствования для высокополнотных и низкополнотных насаждений, формируемых на постагрогенных землях в условиях Новосибирской области.

Выводы

Проведенные исследования лесообразовательного процесса на постагрогенных землях лесостепной зоны Западной Сибири в условиях Новосибирской области позволяют сделать следующие выводы:

1. Характерными особенностями формирования лесных фитоценозов на выведенных из оборота сельскохозяйственных землях на песчаных и супесчаных почвах являются:
 - преобладание сосны обыкновенной в составе формируемых лесных ценозов;
 - наличие двух основных сценариев формирования древостоев с преобладанием сосны;
 - высокая продуктивность древостоев по запасу;
 - размещение деревьев полосами, по вершинам гряд, образовавшихся в результате сельскохозяйственной деятельности.

2. Установлены ключевые особенности происхождения и развития формируемых древостоев с преобладанием сосны, определены надежные индикаторы воздействия тех или иных факторов, а именно:
 - применение зяблевой вспашки с последующим отсутствием обработки почв ведет к формированию высокопродуктивных древостоев сосны с упорядоченным расположением стволов (рядами);
 - наличие достаточного семенного базиса, непосредственно примыкающего к заброшенному участку, не является определяющим фактором интенсивности возобновления лесных экосистем, так как, вероятно, недостаточность плодоносящих деревьев компенсируется более частыми семенными годами;
 - продолжительность интервала использования пашен в виде покосов и пастбищ определяет продуктивность лесных экосистем, развивающихся на угодьях после их оставления. Чем дольше участок эксплуатируется, тем менее интенсивно он зарастает древостоем.

3. Анализ полученных результатов позволил дифференцировать исследуемые экосистемы на два класса в зависимости от условий прекращения деятельности на участках:
 - класс постагрогенных высокопродуктивных насаждений – демонстрирует возможности эффективного экономического освоения в виде лесохозяйственной деятельности с уклоном в выращивание лесоматериалов высокого качества;
 - класс постагрогенных низкополнотных насаждений, в свою очередь, представляет собой эффективный полигон для реализации комплексных мер в области агролесоводства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, вышедших из активного сельскохозяйственного оборота / Под ред. Г.А. Романенко. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 64 с.
2. Геоинформационная система CoGIS. – URL: <https://cogis.dataeast.com/> (дата обращения: 31.01.2023)
3. Данилов, Д.А. Влияние плодородия почвы на естественное возобновление леса на старопашотных землях / Д.А. Данилов, Л.С. Богданова, С.С. Мандрыкин, А.А. Яковлев, А.С. Сергеева // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2019. – № 229. – С. 145–163. – DOI 10.21266/2079-4304.2019.229.145-163. – EDN WVGATO.

4. Зольников, И.Д. Генетические типы и геологическое картирование четвертичных отложений: Методическое пособие / И.Д. Зольников. – Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 1998. – 46 с.
5. Карпин, В.А. Восстановление лесных фитоценозов после различных видов сельскохозяйственного использования земель в условиях Среднетаежной подзоны / В.А. Карпин, Н.В. Петров, А.В. Туонен // Сибирский лесной журнал. – 2017. – № 6. – С. 120–129.
6. Карта неиспользуемых сельхозземель в России / Greenpeace Россия. – URL: https://maps.greenpeace.org/maps/aal/?__hstc=155636964.8866aa0bf1a211cfb83037b9836cb7f7.1660724228489.1660730343575.1666585637671.3&__hssc=155636964.1.1666585637671&__hsfp=2848193954 (дата обращения: 31.01.2023).
7. Колесников, Б.П. Естественноисторическое районирование лесов (на примере Урала) / Б.П. Колесников // Вопросы лесоведения и лесоводства. Доклады на V Всемирном лесном конгрессе». – М.: АН СССР, 1960. – С. 51–57.
8. Колесников, Б.П. Генетическая классификация типов леса и ее задачи на Урале / Б.П. Колесников // Тр. Ин-та биологии УФАН СССР. – 1961. – Вып. 27. – С. 47–59.
9. Лесной план Новосибирской области. Официальный сайт министерства природных ресурсов НСО. – URL: <https://mpr.nso.ru/page/653> (дата обращения: 31.01.2023).
10. Лесохозяйственный регламент Ордынского лесничества. Официальный сайт министерства природных ресурсов НСО. – URL: <https://mpr.nso.ru/> (дата обращения: 31.01.2023).
11. Люри, Д.И. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и послеагрогенное восстановление растительности и почв / Д.И. Люри, С.В. Горячкин, Н.А. Караваева, Е.А. Денисенко, Г.Г. Нефедова. – М.: ГЕОС, 2010. – 416 с. – ISBN 978-5-89118-500-5.
12. Маслов, А. Оценка ситуации с зарастанием сельскохозяйственных земель лесной растительностью на примере Угличского района Ярославской области / А. Маслов, А. Гульбе, Я. Гульбе, М. Медведова, А. Сирин // Устойчивое лесопользование. – 2016. – № 4. – С. 6–14.
13. Милотин, Л.И. Сосна степных и лесостепных боров Сибири / Л.И. Милотин, Т.Н. Новикова, В.В. Тараканов, Н.В. Тихонова. – Новосибирск: Изд-во ГЕО, 2013. – 127 с.
14. Отчет 2018 года о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2016 году. – М.: ФГБНУ Росинформагротех, 2018.
15. Официальный сайт Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского, т. – URL: https://vsegei.ru/ru/info/catalog_ggk/ (дата обращения: 31.01.2023).
16. Официальный сайт геопортала Quantum gis. – URL: <https://www.qgis.org/ru/site/> (дата обращения: 31.01.2023)
17. Родина, М.Е. Частная собственность на лес на землях сельскохозяйственного назначения в Российской Федерации – тенденции развития гражданского, земельного и лесного законодательства / М.Е. Родина // Северо-Кавказский юридический вестник. – 2020. – № 3. – С. 90–100.
18. Седых, В.Н. Генетическая типология лесов / В.Н. Седых, Ш.Ш. Максютлов. – Новосибирск: Наука, 2016. – 108 с.
19. Сучков, А.И. Анализ современного состояния и использования земель сельскохозяйственного назначения в Новосибирской области / А.И. Сучков, М.Ю. Репотецкая, П.А. Рыхта // Вестник НГАУ. – 2014. – № 3. – С. 125–130.
20. Тюрюков, А.Г. Улучшение деградированных сенокосов лесостепи Приобья / А.Г. Тюрюков, К.В. Филиппов // Вестник НГАУ. – 2022. – № 1. – С. 88–96.
21. Шварц, Е.А. Мифы попыток ограничения ведения частного лесного хозяйства на землях сельскохозяйственного назначения / Е.А. Шварц, А.С. Байбар, Н.В. Жолнерович // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: материалы VII Всероссийской научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 25–27 мая 2022 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2022. – С. 392–395.
22. Швиденко, А.З. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесобразующих пород Северной Евразии (нормативно-справочные материалы) / А.З. Швиденко, Д.Г. Щепаченко, С. Нильссон, Ю.И. Булуй. – Изд. 2-е, доп. М.: Фед. агентство лесн. хоз-ва; Междунар. ин-т прикл. сист. анализа (PIASA), 2008. – 886 с.
23. Януш, С.Ю. Экономическое обоснование целесообразности перевода залежных земель в покрытую лесом площадь / С.Ю. Януш, Д.А. Данилов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2022. – № 241. – С. 17–34.

24. Alcantara, C. Mapping the extent of abandoned farmland in Central and Eastern Europe using MODIS time series satellite data / C. Alcantara, T. Kummerle., M. Baumann, E. Bragina, P. Griffiths, P. Hosterst, J. Knorn, D. Müller., A.V. Prishchepov, F. Schierhorn, A. Sieber, V.C. Radeloff // *Environmental Research Letters*. – 2013. – № 8. – P. 1–9. – DOI: 10.1088/1748-9326/8/3/035035.
25. De Beurs, K. Linking field observations, Landsat and MODIS data to estimate agricultural change in European Russia / K. De Beurs, G. Ioffe // *American Geophysical Union, Fall Meeting 2011*, abstract id. B11E-03. – URL: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2011AGUFM.B11E.03D/abstract>.
26. Meyfroidt, P. Drivers, constraints and trade-offs associated with recultivating abandoned cropland in Russia, Ukraine and Kazakhstan / P. Meyfroidt, F. Schierhorn, A.V. Prishchepov, D. Müller, T. Kummerle // *Global Environmental Change*. – 2016. – № 37. – P. 1–15. – DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2016.01.003.
27. Osipov, A.I. Modern techniques and methods of returning farmland to agricultural turnover / A.I. Osipov, D.A. Danilov // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: VI All-Russian Science and Technology Conference: Forests of Russia: Politics, Industry, Science, Education (FR 2021)*, St-Petersburg, 26–28 мая 2021 года. Vol. 876. – St-Petersburg: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 012057. – DOI 10.1088/1755-1315/876/1/012057. – EDN QGUNNR.
28. Prishchepov, A.V. (2020). *Agricultural Land Abandonment* / A.V. Prishchepov // *Oxford Bibliographies. Environmental Science*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/obo/9780199363445-0129>.
29. Prishchepov, A.V. Unraveling the Diversity of Trajectories and Drivers of Global Agricultural Land Abandonment / A.V. Prishchepov, F. Schierhorn, F.Löw // *Land*. – 2021. – № 10. – P. 97. <https://doi.org/10.3390/land10020097>.
30. Huang, Y. A Scientometrics Review on Farmland Abandonment Research / Y. Huang, F. Li, H. Xie // *Land. MDPI*. – 2020. – vol. 9 (8). – P. 1–26.
31. Kurganova, I. Large-Scale Carbon Sequestration in Post-Agrogenic Ecosystems in Russia and Kazakhstan / I. Kurganova, V. Lopes de Gerenyu, Y. Kuzyakov // *Catena*. – 2015. – № 133. – P. 461–466. – DOI: 10.1016/j.catena.2015.06.002.
32. Lesiv, M. Spatial distribution of arable and abandoned land across former Soviet Union countries / M. Lesiv, D. Schepaschenko et al. // *Sci. Data*, (2018): 5(1), e180056.
33. Zanden, E.H. Trade-off of European agricultural abandonment / E.H. Zanden, P.H. Verburg, C.J.E. Schulp // *Land Use Policy*. – 2017. – № 62. – P. 290–301.

REFERENCES

1. Agroэкологическое состояние и перспективы использования земель России, вышедших из активного сельскохозяйственного оборота. Под ред. Г.А. Романенко. Москва, 2008, 64 p. (In Russian).
2. Геоинформационная система CoGIS. URL: <https://cogis.dataeast.com/> дата обращения: 31.01.2023 (In Russian).
3. Danilov D.A., Bogdanova L.S., Mandrykin S.S., Iakovlev A.A., Sergeeva A.S. Vliyaniye plodorodiya pochvy na estestvennoye vozobnovleniye lesa na staropahotnykh zemlyakh. *Izvestiya Sankt-Petersburgskoy lesotekhnicheskoy akademii*, 2019, no. 229, pp. 145–163. DOI 10.21266/2079-4304.2019.229.145-163. EDN WVGATO. (In Russian).
4. Zol'nikov I.D. Geneticheskkiye tipy i geologicheskoye kartirovaniye chetvertichnykh otlozheniy. Metodicheskoye posobie, Novosibirskiy gosudarstvennyy universitet, Novosibirsk, 1998, 46 p. (In Russian).
5. Karpin V.A., Petrov N.V., Tuyunov A.V. Vosstanovleniye lesnykh fitocenozyv posle razlichnykh vidov sel'skokozyajstvennogo ispol'zovaniya zemel' v usloviyakh Srednetsezhnoy podzony. *Sibirskiy lesnoj zhurnal*. 2017, no. 6, pp. 120–129. (In Russian).
6. Karta neispolzovannykh sel'hozemel' v Rossii. Greenpeace Rossiya. URL: https://maps.greenpeace.org/maps/aal/?_hstc=155636964.8866aa0bf1a211cfb83037b9836cb7f7.1660724228489.1660730343575.1666585637671.3&_hssc=155636964.1.1666585637671&_hsfp=2848193954. Data obrashheniya: 31.01.2023. (In Russian).
7. Kolesnikov B.P. Estestvennoistoricheskoye rajonirovaniye lesov: (Na primere Urala). *Voprosy lesovedeniya i lesovodstva*. Moscow, 1960, pp. 51–57. (In Russian).
8. Kolesnikov B.P. Geneticheskaya klassifikatsiya tipov lesa i ee zadachi na Urale. *Trudy instituta biologiy UFAN SSSR*, 1961, no. 27, pp. 47–59. (In Russian).
9. Lesnoj plan Novosibirskoy oblasti. Oficial'nyy sayt ministerstva prirodnykh resursov NSO. URL: <https://mpr.nso.ru/page/653>. Data obrashheniya: 31.01.2023. (In Russian).

10. Lесоhozyajstvennyy reglament Ordynskogo lesnichestva. Oficial'nyy sayt ministerstva prirodnykh resursov NSO. URL: <https://mpr.nso.ru/>. Data obrashheniya: 31.01.2023. (In Russian).
11. Lyuri D.I., Goryachkin S.V., Karavaeva N.A., Denisenko E.A., Nefedova T.G. Dinamika sel'skokozyajstvennykh zemel' Rossii v XX veke i posleagrogennoye vosstanovleniye rastitel'nosti i pochvy, Moscow, 2010, 416 p. (In Russian).
12. Maslov A., Gul'be A., Gul'be Y., Medvedeva M., Sirin A. Ocenka situatsii s zarastaniyem sel'skokozyajstvennykh zemel' lesnoj rastitel'nosti yu na primere Uglichskogo rajona Yaroslavskoy oblasti. *Ustojchivoye lesopol'zovanie*, 2016, no. 4, pp. 6–14. (In Russian).
13. Milyutin L.I., Novikova T.N., Tarakanov V.V., Tihonova N.V. Sosna stepnykh i lesostepnykh borov Sibiri, Novosibirsk, 2013, 127 p. (In Russian).
14. Oficial'nyy sayt. Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy geologicheskij institut im. A.P. Karpinskogo, URL: https://vsegei.ru/ru/info/catalog_ggk/. Data obrashheniya: 31.01.2023. (In Russian).
15. Oficial'nyy sayt geoportala Quantum gis. URL: <https://www.qgis.org/ru/site/>. Data obrashheniya: 31.01.2023. (In Russian).
16. Otchet 2018 goda o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' sel'skokozyajstvennogo naznacheniya Rossiyskoj Federatsii v 2016 godu. Moscow, 2018, 240 p. (In Russian).
17. Rodina M.E. Chastnaya sobstvennost' na les na zemlyakh sel'skokozyajstvennogo naznacheniya v rossijskoj federatsii – tendentsii razvitiya grazhdanskogo, zemel'nogo i lesnogo zakonodatel'stva. *Severo-Kavkazskiy yuridicheskij vestnik*, 2020, no. 3, pp. 90–100. (In Russian).
18. Sedyh V.N., Maksyutov Sh.Sh. Geneticheskaya tipologiya lesov. Novosibirsk, 2016, 108 p. (In Russian).
19. Suchkov A.I., Repotekaya M.Yu., Ryhta P.A. Analiz sovremennogo sostoyaniya i ispol'zovaniya zemel' sel'skokozyajstvennogo naznacheniya v Novosibirskoy oblasti. *Vestnik NGAU*, 2014, no. 3, pp. 125–130. (In Russian).
20. Tyuryukov A.G., Filippov K.V. Uluchsheniye degradirovannykh senokosov lesostepi Priob'ya. *Vestnik NGAU*, 2022, no. 1, pp. 88–96. (In Russian).
21. Shvarc E.A., Bajbar A.S., Zholnerovich N.V. Mify popytok ogranicheniya vedeniya chastnogo lesnogo hozyajstva na zemlyakh sel'skokozyajstvennogo naznacheniya. *Lesa Rossii: politika, promyshlennost', nauka, obrazovaniye: proceedings of the 7th All-Russian Scientific and Technology Conference, Saint Petersburg, 25–27 maya 2022*, Saint Petersburg, 2022, pp. 392–395. EDN KOXOGY. (In Russian).
22. Shvidenko A.Z., Shchepashchenko D.G., Nil'sson S., Buluj Yu.I. Tablicy i modeli hoda rosta i produktivnosti nasazhdeniy osnovnykh lesoobrazuyushchih porod Severnoj Evrazii (normativno-spravochnyye materialy). Izdaniye vtoroye, dopolnennoye, Moscow, 2008, 886 p. (In Russian).
23. Yanush S.Yu., Danilov D.A. Ekonomicheskoye obosnovaniye celesoobraznosti perevoda zaleznykh zemel' v pokrytuyu lesom ploshchad'. *Izvestiya Sankt-Petersburgskoy lesotekhnicheskoy akademii*, 2022, no. 241, pp. 17–34. DOI 10.21266/2079-4304.2022.241.17-34. EDN WTZCWQ. (In Russian).
24. Alcantara C., Kummerle T., Baumann M., Bragina E., Griffiths P., Hosterst P., Knorn J., Müller D., Prishchepov A.V., Schierhorn F., Sieber A., Radeloff V.C. Mapping the extent of abandoned farmland in Central and Eastern Europe using MODIS time series satellite data. *Environmental Research Letters*, 2013, no. 8, pp. 1–9. DOI: 10.1088/1748-9326/8/3/035035.
25. De Beurs K., Ioffe G. Linking field observations, Landsat and MODIS data to estimate agricultural change in European Russia. *American Geophysical Union, Fall Meeting*, 2011, abstract id. B11E-03. URL: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2011AGUFM.B11E.03D/abstract>.
26. Meyfroidt P., Schierhorn F., Prishchepov A.V., Müller D., Kummerle T., Drivers, constraints and trade-offs associated with recultivating abandoned cropland in Russia, Ukraine and Kazakhstan. *Global Environmental Change*, 2016, no. 37, pp. 1–15. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2016.01.003.
27. Osipov A.I., Danilov D.A. Modern techniques and methods of returning farmland to agricultural turnover. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: proceedings of the 6th All-Russian Scientific and Technology Conference: Forests of Russia: Politics, Industry, Science, Education (FR 2021)*, St-Petersburg, 26–28 maya 2021 goda, vol. 876, St-Petersburg, 2021 – DOI 10.1088/1755-1315/876/1/012057. – EDN QGUNNR.
28. Prishchepov, A.V. *Agricultural Land Abandonment*. *Oxford Bibliographies. Environmental Science*. Oxford University Press, 2020. <https://doi.org/10.1093/obo/9780199363445-0129>.
29. Prishchepov A.V., Schierhorn F., Löw F. Unraveling the Diversity of Trajectories and Drivers of Global Agricultural Land Abandonment. *Land*, 2021, no. 10, p. 97. <https://doi.org/10.3390/land10020097>.

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