

ДИНАМИКА ЭКОСИСТЕМ И ИХ КОМПОНЕНТОВ

УДК 630*182.58

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ
ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

© 2021 г. А.Ю. Кудрявцев*, **

**Государственный природный заповедник «Приволжская лесостепь»
Россия, 440031, Пензенская обл., г. Пенза, ул. Окружная, д. 12А*

***Саратовский филиал Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН
Россия, 410028, г. Саратов, ул. Рабочая, д. 24. E-mail: akudtaks@mail.ru*

Поступила в редакцию 02.04.2021. После доработки 14.06.2021. Принята к публикации 15.06.2021

Трансформация лесных экосистем выражается в сокращении покрытой лесом площади, фрагментации лесных массивов, изменении структуры и породного состава. В лесостепной зоне сплошной лесной покров отсутствует. Характерны островные массивы лесов различной площади, приуроченные к разным элементам рельефа. В условиях неустойчивого увлажнения основными факторами распределения растительных сообществ становятся рельеф и лесообразующие породы. На территории Приволжской возвышенности эти факторы выражены наиболее отчетливо. Многообразие условий местопроизрастания обуславливает существование в пределах небольшой территории лесных сообществ таежного типа, массивов широколиственных лесов, а также фрагментов остепненных и степных лесов. Столь пестрая картина осложнена коренным преобразованием большинства лесных сообществ деятельностью человека. Сокращение лесной площади и связанная с ним фрагментация лесного покрова в зоне лесостепи вызывает необходимость выделения типов массивов, сформировавшихся в результате дробления более крупных комплексов. В работе приведены данные по лесистости исследованной территории, категориям земель лесного фонда и видовому составу древостоев, описаны типы лесных массивов, характерные для зоны лесостепи. Применение методов ландшафтной экологии в сочетании с использованием данных лесоустройства позволило оценить пространственную структуру лесного покрова и особенности распределения лесов по территории. Лесные массивы рассматриваются как комплексы экосистем различной степени сложности. Типы лесных массивов описаны с использованием таксационных описаний и разнообразных картографических материалов. При этом учитывалась как приуроченность к элементам рельефа, так и размеры отдельных участков. Приводится оценка видового состава основных лесообразующих пород в различных типах лесных массивов. Сопоставление характеристик лесных массивов различных типов и размеров позволило оценить их современное состояние и определить степень трансформации лесного покрова территории в целом.

Ключевые слова: лесостепная зона, Приволжская Возвышенность, лесной покров, лесные экосистемы, типы лесных массивов, видовой состав, степень трансформации.

DOI: 10.24411/2542-2006-2021-10084

В настоящее время постоянно усиливающееся антропогенное воздействие привело к радикальному изменению состава и структуры лесов. Коренные лесные сообщества, характеризующиеся высоким биологическим разнообразием и устойчивостью, сменились вторичными лесами упрощенной структуры и низкой устойчивостью. Основными факторами, определяющими состояние и развитие лесных экосистем, являются различные виды антропогенного воздействия: рубки, отчуждение территории, атмосферное загрязнение, лесные пожары, изменение климата (Ярмишко и др., 2009; Angelstam, 1998; Kuparinen et al., 2010; Cambi et al., 2015).

В условиях интенсивного природопользования это ведет к снижению устойчивости и продуктивности лесных экосистем и развитию эрозионных процессов. Воздействию подвержены все компоненты лесных экосистем: древостой, подрост, подлесок, напочвенный покров и почва. В одних случаях последствия этих нарушений проходят достаточно быстро (выборочные рубки небольшой интенсивности), в других сохраняются практически на протяжении всей жизни древостоя. Однако и в том, и в другом случае часть территории испытывает значительные нагрузки и трансформируется практически необратимо (прорубленные технологические коридоры, волока, места складирования древесины и уничтожения порубочных остатков). Значительные площади лесных культур характеризуются не только упрощенной структурой древостоев, но и заметными изменениями, связанными с обработкой почвы, использованием ядохимикатов, многократными агротехническими уходами.

Трансформация лесных экосистем выражается в сокращении покрытой лесом площади, фрагментации лесных массивов, изменении структуры и породного состава. Фрагментация лесов в результате деятельности человека изменила природный характер не только состава и строения лесных фитоценозов, но и морфологические характеристики лесных массивов, многие из которых распались на отдельные части.

Изучение лесных экосистем основано на концепции типов леса. Однако системные исследования лесных земель разработаны слабо и начали развиваться лишь в последнее время, когда появилась возможность использования аэрофотосъемки и космических снимков. Для идентификации пространственных структур экосистем используются методы структурного анализа структур различного масштаба от элементарного до глобального: картографический, морфометрический, оптический, информационный, статистический и др. (Виноградов, 1998).

Традиционные фитоценологическое и биогеоценологическое направления исследования лесных экосистем включают детализированный аспект описания флористического состава и структурной организации биогеоценозов, взаимосвязи их компонентов и характеристику экотопов, объединения в типы или группы типов леса, но без достаточного систематического обобщения в региональные категории экосистемной классификации и сопряженного пространственного анализа (Сукачев 1964, 1975; Дылис, 1973; Миркин, Розенберг, 1978; Миркин и др., 2001).

Основные положения лесотопологического порядка были приняты в лесоведении под влиянием Г.И. Танфильева (1953) и Г.Ф. Морозова еще в начале XX века. Так, Г.Ф. Морозов (1970, 1971) в условиях Среднерусской лесостепи выделил типы лесных массивов, приуроченные к определенным элементам рельефа.

Для Воронежской области Г.Ф. Морозов приводит следующие типы лесных массивов:

- 1) леса по нагорным правым берегам рек – различные дубравы на черноземных, суглинистых, лессовидных, солонцеватых почвах;
- 2) леса на аллювиальных почвах в долинах рек;
- 3) боры по надпойменным террасам речных долин;
- 4) леса переходного типа от надпойменной террасы к степи, на черноземных и темно-серых супесчаных почвах;
- 5) колочные леса на водосборах на – солодах или иначе на солоти;
- 6) байрачные лески верховьев оврагов и балок;
- 7) пойменные леса.

В свою очередь каждый из этих типов лесных массивов может быть далее подразделен на типы насаждений по почвенно-грунтовым условиям: основные и временные. Например, нагорный лес может быть расчленен на следующие типы насаждений:

- 1) дубравы на темно-серых лесных почвах (на деградированном черноземе);

- 2) дубравы на серых и светло-серых лесных суглинистых почвах;
- 3) дубравы на солонцеватых почвах;
- 4) дубравы на нижних частях овражных склонов и по тальвегу оврагов на делювиальных отложениях.

Эта схема была доработана А.Л. Бельгардом (1950, 1971) для лесостепной и степной зон Украины (рис. 1). Он выделял:

- 1) приводораздельно-нагорные леса (пристенная дубрава),
- 2) балочно-байрачные леса (байрачная дубрава),
- 3) поемные леса (поемная дубрава),
- 4) аренные леса или боры (боровый комплекс),
- 5) приводораздельно колковые леса (ольс).

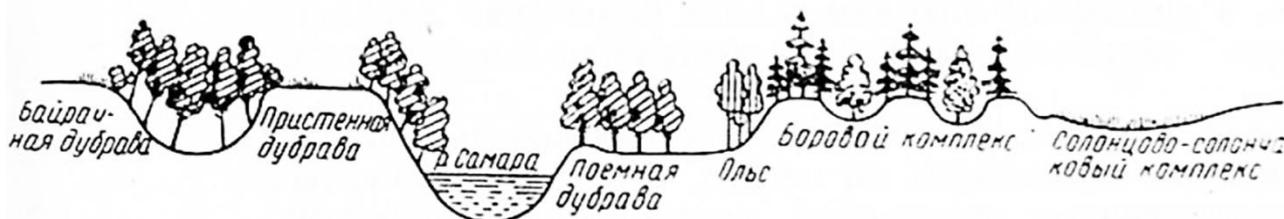


Рис. 1. Распределение растительности в лесостепной и степной зоне Украины (Бельгард, 1971). **Fig. 1.** Vegetation distribution in the forest-steppe and steppe zones of Ukraine (Бельгард, 1971).

Рассматривая эти классификации, можно заметить, что типы массивов выделены не только по положению в рельефе, но и частично по размерам лесных участков. В частности, в обеих классификациях были выделены колковые (колочные) леса, представляющие собой мелкие фрагменты лесных массивов. При этом А.Л. Бельгард выделяет колочные леса не только на водосборах (приводораздельные), но и в пределах надпойменных террас (арен).

В настоящее время системные принципы анализа лесных экосистем и их комплексов широко применяются в лесоведении и ландшафтной экологии (Смолоногов, 1994, 1998; Смолоногов и др., 2004; Кузьменко, Михеев, 2008; Mueller-Dombois, Ellenberg, 1974; Sugart et al., 1973; Walter, Vox, 1976).

Определение понятия «лесной массив» сформулировано И.С. Мелеховым (1980): лесной массив – это территория с лесной растительностью, заметно обособленная от соседней естественными границами, например, окруженная степью или полями (островной массив), разделенная рекой (правобережный массив, левобережный массив), горным кряжем и т.д. В современных условиях границы лесных массивов могут совпадать с путями транспорта, границами населенных пунктов и т.д. Таким образом, изолированный лесной массив можно рассматривать как целостную экосистему того или иного уровня сложности, с присущим ей комплексом свойств. В каждом таком массиве совокупность популяций растений формирует различные сообщества. При этом популяции деревьев, кустарников и лесных видов почвенного покрова (лишайники, мхи, травы) развиваются в массиве достаточно изолированно.

В лесостепной зоне сплошной лесной покров отсутствует. Характерны островные массивы лесов различной площади, приуроченные к разным элементам рельефа. Поэтому лесной массив можно рассматривать как одну из основных единиц изучения лесных экосистем, особенно в зонах лесостепи и степи. Сокращение лесной площади и связанная с ним фрагментация лесного покрова в зоне лесостепи вызывают необходимость выделения

типов массивов, сформировавшихся в результате дробления более крупных комплексов. При этом появилась возможность сопоставить классификацию массивов с общей иерархией экосистем, принятой в ландшафтной экологии (Виноградов, 1998; Formann, Gordon, 1986).

Материалы и методы

Исследования проводились на территории Приволжской Возвышенности в левобережье бассейна реки Суры, верхней части бассейна реки Хопер и верхней части бассейна реки Мокши. Общая площадь охваченной исследованиями территории составила более 1.7 млн. га (рис. 2).

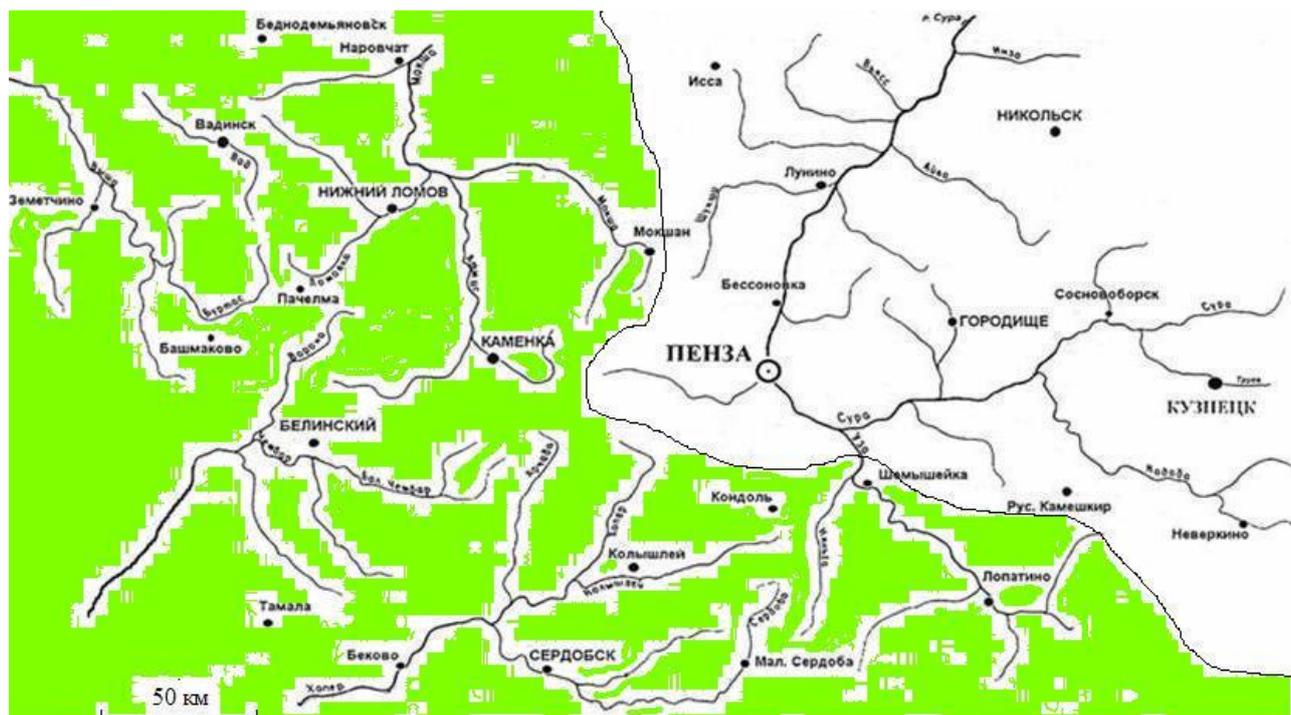


Рис. 2. Схема района исследований. **Fig. 2.** Schematic map of the studied region.

На западе и в центре (до поймы Суры) преобладают выположенные формы рельефа. Абсолютные высоты колеблются в пределах 200-260 м н.у.м. БС. Почвообразующие породы представлены в основном лессовидными покровными суглинками. Большую часть территории занимают луговые степи с преобладанием черноземов выщелоченных, в настоящее время в основном распаханые. Лесная растительность представлена дубравами и пойменными лесами с доминированием ольхи черной и ивы ломкой. Широко распространены производные осинники, изредка встречаются низкоствольные леса из клена татарского и черемухи обыкновенной. Леса имеют островной характер и приурочены, как правило, к поймам и долинам рек с пойменно-аллювиальными почвами или возвышенным частям рельефа со смытыми, оподзоленными и сильновыщелоченными черноземами. Разнообразны кустарниковые сообщества.

Восточная часть территории расположена в центре Приволжской возвышенности на плато Засурья с наивысшими высотными отметками более 330 м н.у.м. БС. Отличаясь значительными колебаниями рельефа, местность здесь представляет собой высокое, прорезанное глубокими речными долинами плато с сильно пересеченным холмистым рельефом, сохранившимся со времен третичного периода. Моренные отложения ледникового

периода отсутствуют. Водораздельные склоны и крутые берега речных долин состоят из мощных толщ третичных песков и песчаников, с подстилающими опоковыми глинами. Леса распространены во всех элементах рельефа. В настоящее время основные площади лесов приурочены к каменистым и песчаным почвам верхнего плато. Плодородные почвы террас, расположенных ниже, в основном распаханы, местами сформировались вторичные степи. Характерны сообщества песчаных и каменистых степей в сочетании с остепненными сосняками. Наряду с дубовыми и осиновыми встречаются и березовые колки. Сообщества кустарников распространены значительно реже, их видовой состав гораздо беднее.

До середины XVII века исследуемая территория была глухой окраиной на юго-востоке Русского государства. Большую ее часть покрывали широколиственно-сосновые леса (Благовещенский, 2005). Ведущей отраслью хозяйства коренного населения края (мордвы и буртасов) было скотоводство, а также охота и бортничество. Русские поселения были невелики и располагались в долинах рек. В связи с постройкой сторожевых линий и крепостей во второй половине XVII века усилился процесс заселения края. Лесные массивы активно использовались для строительства оборонных сооружений (засечная черта). Местные жители и переселенцы занимались бортным, рыбным, пушным промыслами, скотоводством, трехпольным земледелием. Интенсивное преобразование природных ландшафтов происходило в течение следующего века. В связи с увеличением спроса на хлеб расширялись посевные площади, главным образом за счет разработки залежных земель. По данным 1785 г., пашня составляла более 50% всей территории края (Гошуляк, 1995, 1996, 1998; Полесских, 1997).

Таким образом, к концу XVIII века установился оптимальный для хозяйственного уклада сельского населения баланс лесных и сельскохозяйственных угодий: примерно поровну. Лесные территории активно использовались как источник древесины для строительства и на топливо. Кроме того, в лесах пасли скот и заготавливали сено. Широко использовались самые разнообразные продукты леса.

Во второй половине XIX века сведение лесов приняло катастрофический характер. В результате многократных рубок, пастьбы скота, выкашивания трав и распашки земель произошло резкое снижение лесистости, что привело к негативным последствиям и обусловило снижение стабильности ландшафтов. Большие площади пашни инициировали эрозийные процессы, усилившиеся вследствие расчлененности рельефа и легкого гранулометрического состава почв. Песчаные почвы оголились, песок стал смываться со склонов, раздуваться ветром, засыпая пойменные сенокосы и поля, участились засухи (Природа Пензенской области, 1955).

В течение XX века наряду с различными видами рубок в больших масштабах проводились посадки лесных культур (в основном сосны) как на территории лесного фонда, так и на землях сельхозугодий (преимущественно эродированных). Создавались массивные насаждения и лесополосы, для чего применялся широкий ассортимент деревьев и кустарников: аборигенных и интродуцированных (дуб, береза, ясень обыкновенный и зеленый, клен ясенелистный, лиственница, жимолость и др.).

Работа основана на данных исследований, полученных автором с 1990 по 2020 гг., а также на материалах лесоустройства, разнообразных картографических материалах и литературных данных. Полевые работы были проведены на территории 16 лесничеств (участков) 6 лесхозов (лесничеств).

Для оценки состояния древесной и кустарниковой растительности были использованы опубликованные картографические и текстовые материалы: планы лесонасаждений масштабом 1:25000, окрашенные по преобладающим породам (План лесонасаждений ..., 2004, 2005), таксационные описания (Таксационное описание ..., 2004, 2005), пояснительные записки к проектам организации и ведения лесного хозяйства лесхозов и проектные

ведомости, созданные в ходе инвентаризации лесного фонда, проведенной в 2004 г. Поволжским предприятием «Леспроект» (ФГУП «Поволжский леспроект»; Проект организации ..., 2004а, б, 2005), и топографические карты масштабом 1:100000 (1966, 1983, 1986, 1987, 1988, 1990, 2000, 2001), изданные Главным управлением геодезии и картографии; почвенная карта Пензенской области масштабом 1:300000 (1984), разработанная Пензенским филиалом Волжского государственного проектного института по землеустройству (Волжский ГПИЗ).

Для идентификации пространственных структур экосистем использовали морфометрический метод, основанный на анализе частотно-пространственных характеристик разного масштабного уровня. Он включает в себя численное представление рисунков экосистем, статистический анализ данных линейного сканирования и изображений. В зависимости от площади участка леса могут представлять собой сочетания экосистем различной степени сложности.

В качестве единиц классификации использованы лесные массивы различной площади. Выделение отдельных лесных массивов проведено с использованием планов лесонасаждений масштабом 1:25000 и топографических карт масштабом 1:100000 (Проект организации ..., 2004а, б, 2005; Топографическая карта ..., 1966, 1983, 1986, 1987, 1988, 2000, 2001). По картам определяли приуроченность каждого массива к элементам рельефа. Лесные массивы, приуроченные к различным формам рельефа, объединяли в типы. В основу классификации положены типы лесных массивов, описанные Г.Ф. Морозовым (1970, 1971), а позднее А.Л. Бельгардом (1950, 1971) для лесостепной и степной зон Европейской территории России и Украины.

Анализ состава древостоев проводился с помощью системы электронных таблиц Excel. Для оценки были использованы данные таксации лесного фонда, проведенной Поволжским предприятием «Леспроект» в 2004 г. Состав насаждений определяли по долям запасов лесообразующих пород от общего запаса древесины в каждом квартале. Затем данные были сгруппированы по лесным массивам.

Результаты и их обсуждение

В настоящее время лесистость исследованной территории невелика и сильно варьирует по районам (табл. 1). Она минимальна в бассейне Хопра и максимальна для Сурского бассейна. Структура земель лесного фонда в значительной степени отражает особенности антропогенной трансформации растительного покрова, а также природные особенности каждого района. Для бассейна Хопра характерен наибольший процент болот и водных объектов (русла рек и старицы), что свидетельствует о хорошей сохранности пойменных лесов. В тоже время здесь наиболее велик удельный вес земель сельскохозяйственного назначения (сенокосы, пастбища, пашни) и необлесившихся площадей (вырубки, прогалины и гари). Для бассейна Мокши характерна минимальная площадь водно-болотных угодий, наименьшая доля необлесившихся земель и значительные площади, используемые для сельского хозяйства. На территории Сурского бассейна максимальна доля лесных культур, а площадь сельскохозяйственных земель наименьшая. Довольно значительную площадь занимают необлесившиеся земли. Довольно широко распространены болота, в то время как площадь водных объектов очень мала.

Всего в составе древостоев отмечено 14 основных лесообразующих пород (табл. 2). Доля хвойных довольно велика (значительная часть их имеет искусственное происхождение). Основную роль играет сосна. Все древостои ели и лиственницы представляют собой участки лесных культур, их участие в общем составе крайне мало. Наибольшее число видов в группе принадлежит широколиственным породам. Прежде всего,

это дуб черешчатый. Из его спутников наибольшее значение имеет липа мелколистная. Значительно меньшую роль играют ясень обыкновенный, клен остролистный и вяз. Группа пойменных видов представлена ольхой черной, ивой ломкой и тополем черным. Сюда же относятся заросли, образованные различными видами кустарниковых ив (преимущественно ива пепельная), которые объединены под общим названием «тальники». Мелколиственные производные древостои сформированы березой и осиной.

Таблица 1. Основные характеристики лесного фонда исследуемой территории.

Table 1. Basic characteristics of the forest fund of the studied territory.

| Средняя лесистость территории, % | Общая площадь земель лесного фонда, тыс. га | Структура земель лесного фонда | | | | | |
|----------------------------------|---|---------------------------------|--------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------|
| | | Покрытая лесом площадь, тыс. га | Лесные культуры, тыс. га | Земли сельхозназначения, тыс. га | Необлесившиеся земли, тыс. га | Болота, тыс. га | Водные объекты, тыс. га |
| Бассейн реки Мокши | | | | | | | |
| 14.2 | 66.81 | 63.75 | 9.78 | 1.04 | 0.47 | 0.05 | 0.04 |
| Бассейн реки Хопер | | | | | | | |
| 8.2 | 72.90 | 66.04 | 15.29 | 1.56 | 1.05 | 0.66 | 1.24 |
| Бассейн реки Суры | | | | | | | |
| 21.7 | 92.25 | 86.77 | 24.03 | 0.70 | 0.94 | 0.36 | 0.06 |
| Всего по территории | | | | | | | |
| 13.4 | 231.96 | 216.56 | 49.10 | 3.30 | 2.46 | 1.07 | 1.34 |

В бассейне Мокши в составе древостоев преобладают широколиственные породы, прежде всего, дуб и липа. Устойчива примесь ясеня обыкновенного и клена остролистного. Производные леса сформированы осиной и березой. Доля хвойных пород относительно невелика (значительная часть имеет искусственное происхождение). Основную роль играет сосна. Насаждения ели и лиственницы представляют собой участки лесных культур. Однако, если лиственница является на этой территории интродуцентом, то ель расположена на южной границе ареала. Поэтому нередко в лесных культурах старого возраста можно наблюдать естественное возобновление ели и не всегда можно отличить участки с остатками естественных ельников от участков лесных культур. Незначительное участие таких пород, как ольха черная и ива ломкая, объясняется слабым развитием пойм в верхнем течении рек, а также сильной антропогенной трансформацией пойменной растительности. Основная часть пойменных лесов здесь сменилась луговыми сообществами.

Для бассейна Хопра характерно преобладание дуба (доля его в составе возрастает). Значительно снижается участие многих широколиственных пород: липы (почти в 3 раза), ясеня (в 6 раз), клена остролистного (более чем в 2 раза). В тоже время в составе появляется небольшая примесь вяза, что можно связать с возрастанием доли засоленных почв. Многократно возрастает степень участия пойменных видов (ольхи черной и ивы ломкой), поскольку основные площади лесов на этой территории приурочены к речным долинам. Доля участия осины остается

неизменной, в то время как для березы она снижается в два раза. Почти в два раза возрастает доля сосны. Значительные массивы сосновых лесов (преимущественно искусственного происхождения) приурочены к песчаным надпойменным террасам.

Таблица 2. Видовой состав древостоев (Кудрявцев, Мостовенко, 2011). **Table 2.** Species composition of the forests (Кудрявцев, Мостовенко, 2011).

| Степень участия основных лесообразователей, % от общего запаса | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---|-----------------------------|----------------------------------|------------------------------------|---|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| <i>Pinus sylvestris</i> , сосна | Ель (<i>Picea abies</i>) | Лиственница (<i>Larix sibirica</i>) | Дуб (<i>Quercus robur</i> L.) | Ясень (<i>Fraxinus excelsior</i>) | Клен остролистный (<i>Acer platanoides</i>) | Вяз (<i>Ulmus laevis</i>) | Береза (<i>Betula pendula</i>) | Осина (<i>Populus tremula</i> L.) | Ольха черная (<i>Alnus glutinosa</i>) | Липа (<i>Tilia cordata</i>) | Тополь (<i>Populus nigra</i>) | Ива ломкая (<i>Salix fragilis</i>) | Тальник (<i>Salix cinerea</i>) |
| Всего по территории | | | | | | | | | | | | | |
| 22.3 | 0.2 | 0.1 | 20.8 | 1.4 | 1.6 | 0.6 | 14.1 | 24.7 | 1.4 | 11.6 | 0.2 | 0.8 | 0.1 |
| Бассейн реки Мокши | | | | | | | | | | | | | |
| 12.4 | 0.2 | 0.2 | 23.8 | 4.1 | 3.3 | 0.1 | 11.5 | 23.5 | 0.3 | 20.3 | 0.2 | 0.2 | 0.1 |
| Бассейн реки Хопер | | | | | | | | | | | | | |
| 22.7 | 0.2 | 0.1 | 29.9 | 0.7 | 1.5 | 2.0 | 5.6 | 23.5 | 3.6 | 7.5 | 0.3 | 2.3 | 0.1 |
| Бассейн реки Суры | | | | | | | | | | | | | |
| 29.3 | 0.2 | 0.1 | 12.0 | 0.1 | 0.5 | 0.1 | 22.3 | 26.5 | 0.5 | 8.1 | 0.2 | 0.3 | 0.1 |

В Сурском бассейне явно преобладает сосна. Резко снижается роль дуба и других широколиственных пород: клена остролистного, вяза. В тоже время липа сохраняет свои позиции, ее доля в составе даже увеличивается по сравнению с бассейном Хопра. Ясень обыкновенный практически полностью выпадает. Доля участия березы возрастает в два раза по сравнению с бассейном Мокши и в четыре по сравнению с бассейном Хопра. Присутствие осины также возрастает, хотя и незначительно. Ива ломкая и ольха черная представлены в составе лишь долями процента.

Общие черты состава древостоев отражают в первую очередь изменения лесной растительности в результате деятельности человека. Для всей исследованной территории характерна наибольшая ценотическая роль трех пород, широко распространенных в лесостепной зоне: осины, сосны и дуба. Преобладание мелколиственных пород свидетельствует о высокой антропогенной трансформации лесов на всей территории. Высокая роль сосны сохранилась за счет больших площадей сосновых культур. Нередко встречаются массивы культур, посаженных на землях, которые вышли из-под сельскохозяйственного использования. Создание культур дуба проходит гораздо менее успешно. Однако во многих случаях (на достаточно богатых почвах) в результате лесохозяйственной деятельности порослевые широколиственные древостои сменили сложные сосняки.

Региональные различия в составе, напротив, определяются разницей в геоморфологическом строении и в меньшей степени – в климате районов. Водоразделы речных бассейнов Мокши, Хопра и Суры могут служить четкими границами

лесорастительных районов. Леса здесь различаются по составу, сочетанию пород, а также их роли в формировании лесных сообществ. Для бассейна Мокши характерно преобладание полидоминантных широколиственных лесов, в составе которых доминируют дуб и липа с постоянной примесью ясеня обыкновенного и клена остролистного. Хвойные леса (представленные сосняками) распространены значительно меньше и приурочены к песчаным почвам надпойменных террас. Глубокое преобразование речных пойм обусловило незначительную роль пойменных лесов. Значительная часть широколиственных лесов трансформировалась в осинники, в составе которых сохраняется примесь теневыносливых пород – липы и клена остролистного, имеющих порослевое происхождение. На почвах легкого гранулометрического состава (пески и супеси) сосновые боры сменила береза.

При продвижении к югу общий характер рельефа и почвообразующих пород сохраняется, однако изменяются параметры климата, который становится более сухим. Преобладание дуба в составе широколиственных лесов становится более выраженным.

Антропогенная деятельность не только нивелировала различия в характере лесной растительности. Напротив, в некоторых случаях состав древостоев обусловлен особенностями хозяйственного освоения территории. Например, в бассейне Мокши сохранилось очень незначительное количество пойменных лесов, превращенных в луга и сенокосы. Минимальное количество необлесенных площадей свидетельствует о благоприятных условиях для естественного возобновления леса, с чем связана и наименьшая площадь лесных культур. В бассейне Хопра поймы крупных рек сохранились значительно лучше, о чем также свидетельствует наличие значительных площадей, занятых водными объектами и болотами. Значительные площади необлесенных земель свидетельствуют о трудностях лесовозобновления, связанных как со значительной антропогенной трансформацией земель лесного фонда, так и с конкуренцией степной растительности, вызывающей сильное задернение почв. Небольшое количество водных объектов в лесах Сурского бассейна говорит о том, что основные площади лесов приурочены к плакорам, на которых сохранилось довольно большое количество болот. Площади сельскохозяйственных угодий здесь минимальны, что связано с преобладанием песчаных и каменистых почв. На этих почвах успешно проходит возобновление сосны, поэтому площади лесных культур здесь максимальны. Нередко искусственные массивы создаются на деградированных землях, вышедших из-под сельскохозяйственного использования.

Лесной покров исследованной территории образован лесными массивами различного типа, характерными для зоны лесостепи (табл. 3). В зависимости от размеров все лесные массивы можно разделить на следующие категории (Кудрявцев, Мостовенко, 2011).

Таблица 3. Морфометрические показатели лесных массивов различных типов (Кудрявцев, Мостовенко, 2011). **Table 3.** Morphometric indices of the different types of forest massifs (Кудрявцев, Мостовенко, 2011).

| Типы массивов | | Колочные | | | Средние | Крупные | | Общее |
|---------------|-----------------|----------|-----------|-------|-------------|---------------|-----------|-------|
| | | <10 га | 10-100 га | Всего | 100-1000 га | 1000-10000 га | >10000 га | |
| Плакор-ные | S (площадь), га | 222 | 3223 | 3445 | 14101 | 6662 | | 24208 |
| | кол-во | 38 | 86 | 124 | 51 | 4 | | 179 |

Продолжение таблицы 3.

| Типы массивов | | Колочные | | | Средние | Крупные | | Общее |
|---------------|------------|----------|-----------|-------|-------------|---------------|-----------|--------|
| | | <10 га | 10-100 га | Всего | 100-1000 га | 1000-10000 га | >10000 га | |
| Плакорные | Ср., га | 5.8 | 37.5 | 27.8 | 276.5 | 1665.5 | | 135.2 |
| | Смакс., га | 10.0 | 99.0 | | 102.0 | 2414.0 | | |
| | Смин., га | 1.0 | 11.0 | | 929.0 | 1106.0 | | |
| Нагорные | S, га | | 558 | 558 | 9736 | 12001 | | 22295 |
| | кол-во | | 9 | 9 | 25 | 8 | | 42 |
| | Ср., га | | 62.0 | 62.0 | 389.4 | 1500.1 | | 530.8 |
| | Смакс., га | | 86.0 | | 944.0 | 2422.0 | | |
| | Смин., га | | 42.0 | | 116.0 | 1007.0 | | |
| Байрачные | S, га | 23 | 2088 | 2111 | 1329 | | | 3440 |
| | кол-во | 4 | 48 | 52 | 9 | | | 61 |
| | Ср., га | 5.8 | 43.5 | 40.6 | 147.7 | | | 56.4 |
| | Смакс., га | 10.0 | 96.0 | | 346.0 | | | |
| | Смин., га | 3.0 | 11.0 | | 105.0 | | | |
| Склоновые | S, га | 181 | 6509 | 6690 | 23625 | 4936 | | 35251 |
| | кол-во | 34 | 148 | 182 | 93 | 4 | | 279 |
| | Ср., га | 5.3 | 44.0 | 36.8 | 254.0 | 1234.0 | | 126.3 |
| | Смакс., га | 10.0 | 100.0 | | 826.0 | 1557.0 | | |
| | Смин., га | 1.0 | 11.0 | | 101.0 | 1004.0 | | |
| Пойменные | S, га | 51 | 662 | 713 | 3139 | | | 3852 |
| | кол-во | 13 | 19 | 32 | 12 | | | 44 |
| | Ср., га | 3.9 | 34.8 | 22.3 | 261.6 | | | 87.5 |
| | Смакс., га | 10.0 | 92.0 | | 567.0 | | | |
| | Смин., га | 1.0 | 12.0 | | 102.0 | | | |
| Террасные | S, га | 19 | 425 | 444 | 1385 | | | 1829 |
| | кол-во | 5 | 11 | 16 | 5 | | | 21 |
| | Ср., га | 3.8 | 38.6 | 27.8 | 277.0 | | | 87.1 |
| | Смакс., га | 6.0 | 94.0 | | 581.0 | | | |
| | Смин., га | 3.0 | 11.0 | | 157.0 | | | |
| Комплексные | S, га | | | | 1761 | 98613 | 40699 | 141073 |
| | кол-во | | | | 2 | 29 | 2 | 33 |
| | Ср., га | | | | 880.5 | 3400.4 | 20349.5 | 4274.9 |
| | Смакс., га | | | | 916.0 | 9947.0 | 23417.0 | |
| | Смин., га | | | | 845.0 | 1044.0 | 17282.0 | |
| Все типы | S, га | 496 | 13465 | 13961 | 55076 | 122212 | 40699 | 231948 |
| | кол-во | 94 | 321 | 415 | 197 | 45 | 2 | 659 |
| | Ср., га | 5.3 | 41.9 | 33.6 | 279.6 | 2715.8 | 20349.5 | 352.0 |

Колочные леса можно рассматривать как экосистемы локального уровня пространственной генерализации. При этом в зависимости от размера их можно разделить на две категории. Участки до 10 га – лесные насаждения, соответствуют простому локальному уровню (нанохоры). Такой массив представляет собой лесной фитоценоз (насаждение). Участки (типы леса), площадь которых составляет от 10 до 100 га, соответствуют сложному локальному уровню (микрохоры). Они представляют собой лесные единицы – типы леса.

Участки, площадь которых колеблется в пределах от 100 до 1000 га, соответствуют простому ландшафтному уровню (мезохоры). Они представляют собой комплексы типов леса (лесные урочища).

Массивы размером 1000-10000 га соответствуют сложному ландшафтному уровню (макрохоры) и представляют собой сочетания комплексов типов лес (лесные местности).

Массивы, размер которых превышает 10 тыс. га, соответствуют региональному ландшафтному уровню (мегахоры). Они представляют собой лесные ландшафты и выражают все разнообразие экосистем, присущих тому или иному лесорастительному району.



Фото 1. Плакорный лесной массив (здесь и далее фото А.Ю. Кудрявцева).

Photo 1. Forest massif on a flat interfluvial (all photos by A.Yu. Kudryavtsev).

Плакорные леса. Участки, расположенные на ровных плато (фото 1). Размеры этих массивов варьируют в очень широком диапазоне. Мелкие участки представляют собой лесные колки. Их доля от общей площади плакорных лесов невелика. Наиболее распространены в пределах плакора участки площадью от 100 до 1000 га, представляющие собой лесные урочища. Таким образом, для лесов, приуроченных к плакорам, характерна довольно высокая фрагментированность. Количество крупных массивов незначительно. Это наиболее сложные системы плакоров, поскольку они состоят из экосистем различных типов (преимущественно овражно-балочных). Массивы средней величины представляют

собой остатки крупных массивов раздробленных в результате деятельности человека. Набор местообитаний в них обычно невелик, нередко эти участки представлены одним экотопом. Колочные участки могут быть еще более мелкими фрагментами плакорных массивов или формироваться в результате восстановления леса на обезлесенных территориях.

Нагорные леса. Массивы приурочены к высоким правым берегам рек с прилегающими частями плакоров, сильно дренированные пересекающими их балками (фото 2). Таким образом, каждый участок нагорного леса представляет собой довольно сложный комплекс, в который входят лесные экосистемы склонов в сочетании с овражно-балочными (байрачными) лесами. Поэтому степень их фрагментированности значительно меньше, чем плакорных. Гораздо более распространены участки размером от 100 до 1000 га. Преобладают крупные лесные массивы.



Фото 2. Нагорный лесной массив. **Photo 2.** Upland forest massif.

Байрачные леса. Распространены по оврагам и балкам. Обычно занимают склоны и тальвеги. Иногда лесная растительность выходит на плакор (фото 3). Разнообразие геоморфологических, микроклиматических, гидрологических и петрографических условий порождает в балках значительную пестроту почвенно-грунтовых условий и растительности. В пределах облесенной балки (байрака) расположены различные типы растительности: степной, лесной, луговой, болотной, солончаковой (рис. 3). Лесная растительность приурочена к более выщелоченным позициям, связанным с верховьями балок и преимущественно со склонами северных экспозиций (Бельгард, 1950, 1971). В настоящее

время на исследуемой территории к байрачным лесам зачастую примыкают участки лесных культур, образуя с ними единое целое. Преобладают мелкие участки. Количество участков среднего размера невелико.

Массивы склонов. Расположены на склонах плато, слабо дренированных сетью балок и оврагов (фото 4). Мелкие участки занимают одно местообитание (экотоп). Это может быть верхняя, приводораздельная часть склона, средняя часть или нижняя часть склона, переходящая в его подошву. Крупные участки занимают весь склон, иногда на довольно большом протяжении. В этом случае участок объединяет ряд экотопов, перечисленных выше, образуя своеобразную катену. Колочные леса на склонах распространены очень широко. Довольно много мелких участков, однако их общая площадь невелика. Количественно преобладают колки размером от 10 до 100 га. Наибольшую площадь занимают лесные массивы средней величины.



Фото 3. Байрачный лесной массив. **Photo 3.** Forest massif in a gully.

Пойменные массивы. Приурочены к поймам рек и ручьев. Иногда захватывают часть надпойменных террас (фото 5). Рельеф и почвы довольно разнообразны. Лесные участки, как правило, сочетаются с лугами и в меньшей мере с болотами и водоемами. Довольно значительна в поймах площадь колочных лесов. Мелкие колки распространены слабо. Гораздо большую территорию занимают крупные колки. Преобладают участки величиной от 100 до 1000 га. Массивов пойменных лесов крупного размера (свыше 1000 га) не отмечено.

Террасные (аренные) массивы. Расположены на надпойменных террасах (аренах), прилегающих к поймам рек (фото 6). Иногда включают в себя участки поймы или склонов. Растительный покров арен отличается большим разнообразием. Здесь наряду с голыми или

слабо заросшими песками встречаются участки так называемой песчаной степи. Песчаные степные участки чередуются с фрагментами лесов и торфяными болотами. Количество мелких участков невелико. Преобладают лесные массивы средней величины.

Комплексные массивы. Крупные участки лесов, представляющие собой комплексы со значительным количеством местообитаний (фото 7-9). Их можно рассматривать как сочетание массивов более простой структуры: нагорных с пойменными и плакорными. Комплексные лесные массивы преобладают в структуре лесного покрова. Хотя количество таких участков невелико, именно они представляют собой эталонные образцы лесных экосистем. Преобладают массивы размером от 1000 до 10000 га. Два наиболее крупных массива имеют площадь свыше 10000 га.

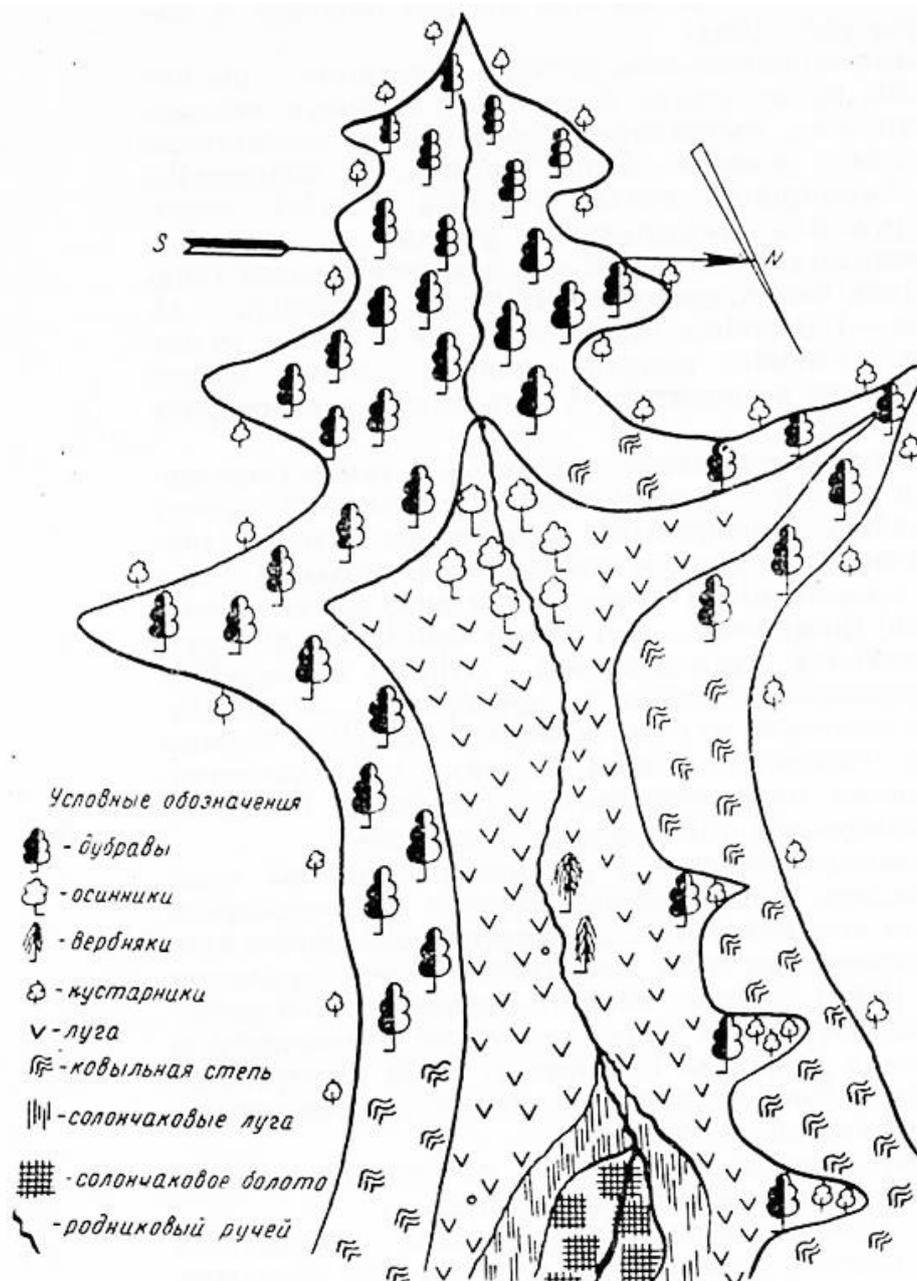


Рис. 3. Схема растительного покрова балки байрака (Бельгард, 1971).

Fig. 3. Scheme of the vegetation cover of the gully or bairak (Бельгард, 1971).

Анализируя состав массивов сгруппированных по размерам, можно отметить закономерности изменения состава древостоев в массивах различной площади (табл. 4). В колочных участках размером до 10 га явно выражено преобладание дуба. По мере возрастания площади участков его доля в составе уменьшается. Степень участия производных мелколиственных пород, напротив, увеличивается, достигая максимума в наиболее крупных массивах. Подобным же образом изменяется процент участия липы, однако в самых крупных массивах ее доля заметно меньше. Для клена и ясеня характерно максимальное присутствие на территории средних и крупных участков. Значительная роль сосны, как правило, объясняется высокой долей лесных культур. Степень участия в составе пойменных видов незначительна, и ее изменения не носят закономерного характера.



Фото 4. Склоновый лесной массив. **Photo 4.** Forest massif on a slope.

Лесные массивы различного типа имеют четкие отличия по составу основных лесообразователей (Кудрявцев, Мостовенко, 2011).

Байрачные лесные массивы характеризуются доминированием дуба, степень участия других широколиственных пород невелика (табл. 5). Значительную роль в составе играет осина. Высокая степень участия сосны обусловлена значительными площадями лесных культур, созданных в верхних частях склонов. Заметна роль ивы ломкой, образующей насаждения по тальвегам оврагов.

На плакорах преобладают мелколиственные породы (береза и осина). Практически все сосняки представлены лесными культурами. Доля дуба относительно невелика. Из других широколиственных видов заметна роль липы. Остальные породы представлены в составе лишь долями процента. Присутствие пойменных видов практически не заметно.

Для нагорных лесных массивов характерно преобладание дуба, хотя и не столь заметное, как в байрачных. Второе место по значимости занимает осина. Из широколиственных видов существенна роль липы, присутствие ясеня и клена остролистного также заметно. Из пойменных видов необходимо отметить довольно значительную долю ольхи черной, древостой которой приурочены к подошвам склонов. Доля сосновых культур для нагорных лесов минимальна, поэтому и участие сосны в составе древостоев для этого типа незначительно.

В составе пойменных лесов необходимо отметить высокий процент сосновых древостоев, связанных с песчаными почвами гривистой поймы. Преобладающими породами являются дуб и осина. Из широколиственных спутников дуба необходимо отметить вяз, доля которого в этом типе массивов максимальна. Довольно велик процент ясеня, гораздо меньше роль клена остролистного. Роль пойменных видов относительно невелика, хотя степень их присутствия здесь максимальна. Преобладает ольха черная, несколько меньше доля участия ивы ломкой.



Фото 5. Пойменный лесной массив.
Photo 5. Forest massif on a floodplain.



Фото 6. Ареный (террасный) лесной массив.
Photo 6. Arena (terrace) forest massif.

Массивы, расположенные на склонах, характеризуются преобладанием дуба, совсем немного ему уступает сосна. Широко представлены мелколиственные породы, преимущественно осина. Из широколиственных спутников дуба заметна только роль липы. Пойменные виды представлены крайне незначительно.

В лесах надпойменных террас преобладает осина. Значительно меньше доля березы. В целом мелколиственные породы составляют около 40%. Из числа широколиственных видов заметна роль дуба и немного уступающей ему липы. Крайне редко встречаются ясени.

и вяз. Более велика доля клена остролистного. Минимально значение всех пойменных видов.

Массивы комплексов характеризуются довольно выровненным составом, поскольку включают в себя все вышеописанные типы массивов. Характерной для них является максимальная (наряду с террасными) доля лесных культур. Поэтому доля сосны довольно высока. Преобладает осина. Значительно уступают ей дуб и береза, степень участия которых в составе почти одинакова. Несколько меньше роль липы. Остальные спутники дуба имеют небольшое значение. Процент участия в составе пойменных видов также невелик.

Выводы

Краткий очерк истории природопользования позволяет выделить основные факторы преобразования ландшафтов.

- Уменьшение доли лесов и увеличение роли лугово-степной растительности как следствие доминирования скотоводства в сельском хозяйстве до XVIII в.;
- изменение видового состава лесов в связи с использованием сосны и дуба на строительство;
- сокращение площади лесов и степей в связи с переориентацией сельского хозяйства на земледелие и вследствие этого массовой распашкой плакоров в течение трех последних столетий;
- создание искусственных посадок на землях, ставших непригодными для сельскохозяйственного использования, а также выделение заповедных участков, исключенных из хозяйственной деятельности.



Фото 7. Комплексный лесной массив. Сосновый лес.
Photo 7. Complex forest massif. Pine forest.



Фото 8. Комплексный лесной массив. Дубрава. **Photo 8.** Complex forest massif. Oak forest.



Фото 9. Комплексный лесной массив. Ольшаник. **Photo 9.** Complex forest massif. Alder forest.
Таблица 4. Видовой состав древостоев в лесных массивах различной площади.

Table 4. Species composition of the forest massifs of different area.

| Размер массивов, га | Доля лесных культур, % от покрытой лесом площади | Основные лесообразующие породы (% от общего запаса) | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--|---|--------------------------------|-------------------------------------|---|-----------------------------|----------------------------------|------------------------------------|---|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| | | Сосна (<i>Pinus sylvestris</i>) | Дуб (<i>Quercus robur</i> L.) | Ясень (<i>Fraxinus excelsior</i>) | Клен остролистный (<i>Acer platanoides</i>) | Вяз (<i>Ulmus laevis</i>) | Береза (<i>Betula pendula</i>) | Осина (<i>Populus tremula</i> L.) | Ольха черная (<i>Alnus glutinosa</i>) | Липа (<i>Tilia cordata</i>) | Тополь (<i>Populus nigra</i>) | Ива ломкая (<i>Salix fragilis</i>) | Тальник (<i>Salix cinerea</i>) |
| <10 | 24.2 | 27.9 | 43.5 | 0.2 | 1.5 | 0.7 | 6.8 | 11.7 | 1.6 | 2.5 | 0.2 | 3.0 | 0.1 |
| 11-100 | 24.2 | 22.4 | 36.0 | 1.2 | 1.6 | 0.6 | 11.1 | 18.5 | 1.0 | 5.7 | 0.2 | 1.2 | 0.2 |
| 101-1000 | 22.1 | 22.7 | 27.9 | 1.7 | 1.8 | 0.3 | 11.3 | 24.2 | 1.1 | 7.8 | 0.4 | 0.5 | 0.1 |
| 1001-10000 | 19.6 | 19.6 | 18.8 | 1.8 | 2.0 | 0.5 | 14.2 | 25.6 | 1.1 | 14.9 | 0.2 | 1.0 | 0.1 |
| >10000 | 32.7 | 30.2 | 13.4 | 0.1 | 0.1 | 1.4 | 18.5 | 24.6 | 2.7 | 8.0 | 0.1 | 0.8 | 0.1 |

Таблица 5. Видовой состав древостоев в различных типах лесных массивов. **Table 5.** Species composition of different forest massifs.

| Типы массивов | Доля лесных культур, % от покрытой лесом площади | Основные лесообразующие породы (% от общего запаса) | | | | | | | | | | | |
|---------------|--|---|------------------------------|-------------------------------------|---|-----------------------------|----------------------------------|------------------------------------|---|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| | | Сосна (<i>Pinus sylvestris</i>) | Дуб (<i>Quercus robur</i>) | Ясень (<i>Fraxinus excelsior</i>) | Клен остролистный (<i>Acer platanoides</i>) | Вяз (<i>Ulmus laevis</i>) | Береза (<i>Betula pendula</i>) | Осина (<i>Populus tremula</i> L.) | Ольха черная (<i>Alnus glutinosa</i>) | Липа (<i>Tilia cordata</i>) | Тополь (<i>Populus nigra</i>) | Ива ломкая (<i>Salix fragilis</i>) | Тальник (<i>Salix cinerea</i>) |
| байрачные | 23.9 | 21.1 | 45.0 | 1.9 | 1.9 | 0.2 | 7.0 | 17.1 | 0.9 | 2.1 | 0.1 | 2.3 | 0.4 |
| плакорные | 24.7 | 22.4 | 19.6 | 0.4 | 0.8 | 0.1 | 20.1 | 28.7 | 0.1 | 7.4 | 0.4 | 0.1 | 0.1 |
| нагорные | 14.5 | 14.2 | 32.0 | 2.9 | 2.8 | 0.3 | 5.2 | 23.0 | 2.3 | 15.8 | 0.3 | 0.9 | 0.1 |
| пойменные | 15.6 | 21.6 | 29.4 | 2.4 | 1.9 | 3.2 | 0.8 | 22.8 | 7.2 | 3.9 | 0.3 | 5.6 | 1.1 |
| склоновые | 25.3 | 27.7 | 29.3 | 1.4 | 1.9 | 0.1 | 11.4 | 19.8 | 0.2 | 7.4 | 0.2 | 0.2 | 0.1 |
| террасные | 27.1 | 25.9 | 16.1 | 0.1 | 1.2 | 0.5 | 9.8 | 29.3 | 0.1 | 14.8 | 2.2 | 0.1 | 0.1 |
| комплексные | 27.1 | 22.2 | 16.8 | 1.4 | 1.5 | 0.8 | 15.6 | 25.7 | 1.6 | 12.9 | 0.2 | 1.0 | 0.1 |

Спецификой природопользования на изучаемой территории были мелкоконтурность всех угодий (лесов, лугов, пашен) и многократное изменение способов использования каждого конкретного участка в течение последних столетий.

В результате в настоящее время сформировался ландшафт, представляющий собой сложную систему естественных и искусственных лесов, перемежающихся со степными участками и сельхозугодиями (пашни, сенокосы, пастбища), а также системой защитных лесополос. Его особенностями являются фрагментированность лесных участков и большая протяженность опушек. Высокая мозаичность, обусловленная сильно изрезанным рельефом, еще более усугубляется наличием опушек различной конфигурации и экспозиции.

Степень нарушенности лесного покрова на изученной территории чрезвычайно высока. Сегодня лесистость региона составляет 13.4%, что значительно меньше необходимого минимума («оптимальной лесистости»), который, по мнению А.А. Молчанова (1973), должен быть не ниже 26%. Велико количество мелких участков колочных лесов, хотя основную площадь занимают крупные массивы. Фрагментация лесов в результате деятельности человека изменила природный характер не только состава и строения лесных фитоценозов, но и морфологические характеристики лесных массивов, многие из которых распались на отдельные части. В зависимости от площади массив может представлять собой фрагмент лесной экосистемы, отдельную экосистему или их комплекс различной сложности.

Различные категории лесных массивов достаточно четко различаются по видовому составу основных лесообразователей. Эта разница прослеживается как при сравнении участков разной площади, так и типов массивов. С одной стороны, это характеризует разницу условий произрастания (экотопов), а с другой, степень антропогенной трансформации. Мелкие колочные леса характеризуются упрощенной видовой структурой, в тоже время в составе древостоев здесь меньше доля производных мелколиственных лесов. Типы массивов со сложным рельефом (байрачные, нагорные, пойменные) наименее затронуты хозяйственной деятельностью. Наибольшие изменения характерны для плакорных участков, что выражается в максимальной степени участия в составе мелколиственных лесов и наибольшей доле земель, занятых лесными культурами различного состава. Леса склонов и надпойменных террас занимают промежуточное положение. Древостои крупных комплексных массивов также в значительной степени преобразованы. Это свидетельствует об их интенсивном лесохозяйственном использовании. В тоже время вследствие разнообразия экотопов они характеризуются довольно богатым видовым составом.

При этом растительность центральной части Приволжской возвышенности можно считать наименее трансформированной. Сохранению ландшафтов на этой территории способствовали такие факторы, как чрезвычайно сильная расчлененность рельефа в сочетании с преобладанием слаборазвитых почв и довольно засушливым климатом. Такое сочетание сделало эту территорию довольно неблагоприятной для развития интенсивного земледелия. В то же время удаленность от водных артерий долгое время препятствовала массовой вырубке лесов, поскольку сплав леса по мелководным рекам был невозможен.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бельгард А.Л. 1950. Лесная растительность юго-востока УССР. Киев: КГУ. 264 с.
2. Бельгард А.Л. 1971. Степное лесоведение. М.: Лесная промышленность. 336 с.
3. Благовещенский В.В. 2005.

REFERENCES

1. Belgard AL. Forest vegetation of the southeast of the Ukrainian SSR [*Lesnaya rastitel'nost' yugo-vostoka USSR*]. Kiev: KGU, 1950:264.
2. Belgard AL. Steppe forestry [*Stepnoye lesovedeniye*]. Moscow: Lesnaya Promyshlennost', 1971:336.

- Растительность Приволжской возвышенности в связи с ее историей и рациональным использованием. Ульяновск: УЛГУ. 715 с.
4. Виноградов Б.В. 1998. Основы ландшафтной экологии. М.: Геос. 418 с.
 5. Гошуляк В.В. 1995. История Пензенского края: Кн. 1. С древнейших времен до начала 13 века. Пенза: Пензенская Правда. 146 с.
 6. Гошуляк В.В. 1996. История Пензенского края: Кн. 2. 13-17 вв. Пенза: Пензенская Правда. 133 с.
 7. Гошуляк В.В. 1998. История Пензенского края: Кн. 3. 18 век. Пенза: Пензенская Правда. 125 с.
 8. Дылис Н.В. 1973. Основы биогеоценологии. М.: Изд-во МГУ. 151 с.
 9. Коломыйц Э.Г. 2005. Бореальный экотон и географическая зональность: атлас-монография. М.: Наука. 390 с.
 10. Кудрявцев А.Ю., Мостовенко О.А. 2012. Структура лесного покрова в лесостепной зоне Среднего Поволжья // Режимы степных ООПТ. Материалы конференции, посвященной 130-летию В.В. Алехина. Курск. С. 87-91.
 11. Кудрявцев А.Ю., Мостовенко О.А. 2011. Структура лесного покрова в лесостепной зоне Среднего Поволжья // Известия Самарского научного центра РАН. Т. 13. № 5. С. 125-129.
 12. Кузьменко Е.И., Михеев В.С. 2008. Эколого-географические и картографические основы комплексного изучения лесов Сибири. Новосибирск: Гео. 207 с.
 13. Мелехов И.С. 1980. Лесоведение. М.: Лесная промышленность. 408 с.
 14. Миркин Б.М., Розенберг Г.С. 1978. Фитоценология. Принципы и методы. М.: Наука. 211 с.
 15. Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломещ А.И. 2001. Современная наука о растительности. М.: Логос. 264 с.
 16. Молчанов А.А. 1973. Влияние леса на окружающую среду. М. Наука. 359 с.
 3. Blagoveshchenskiy VV. Vegetation of the Volga Upland in relation to its history and rational use [*Rastitel'nost' Privolzhskoy vozvyshennosti v svyazi s yeye istoriyey i ratsional'nyim ispol'zovaniyem*]. Ulyanovsk: ULGU, 2005:715.
 4. Vinogradov BV. Fundamentals of landscape ecology [*Osnovy landshaftnoy ekologii*]. Moscow: Geos, 1998:418.
 5. Goshulyak VV. History of the Penza region: Book 1 [*Istoriya Penzenskogo kraya: Kniga 1*]. From ancient times to the beginning of the XIII century [*S drevneyshikh времен do nachala 13 veka*]. Penza: Penzenskaya Pravda, 1995:146.
 6. Goshulyak VV. History of the Penza region: Book 2 [*Istoriya Penzenskogo kraya: Kniga 2*]. XIII-XVII centuries [*13-17 vv.*]. Penza: Penzenskaya Pravda, 1996:133.
 7. Goshulyak VV. History of the Penza region: Book 3 [*Istoriya Penzenskogo kraya: Kniga 3*]. XVIII century [*18 vek*]. Penza: Penzenskaya Pravda, 1998:125.
 8. Dylis NV. Foundations of biogeocenology [*Osnovy biogeotsenologii*]. Moscow: Publishing House of MGU, 1973:151.
 9. Kolomyts EG. Boreal ecotone and geographic zoning: atlas-monograph [*Boreal'nyy ekoton i geograficheskaya zonal'nost': atlas-monografiya*]. Moscow: Nauka, 2005:390.
 10. Kudryavtsev AYu, Mostovenko OA. The structure of forest cover in the forest-steppe zone of the Middle Volga Region [*Struktura lesnogo pokrova v lesostepnoy zone Srednego Povolzh'ya*] Regimes of steppe specially protected nature territories, Proc. of the Conference dedicated to the 130th anniversary of V.V. Alekhin, 2012, Kursk [*Rezhimy stepnykh OOPT: materialy Konferentsii, posvyashchennoy 130-letiyu V.V. Alekhina*]. 2012:87-91.
 11. Kudryavtsev AYu, Mostovenko OA. The structure of forest cover in the forest-steppe zone of the Middle Volga region [*Struktura lesnogo pokrova v lesostepnoy zone Srednego Povolzh'ya*]. Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences [*Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*]. 2011;(13) 5:125-129.

17. Морозов Г.Ф. 1970. Избранные труды. Т. 1. М.: Наука. 455 с.
18. Морозов Г.Ф. 1971. Избранные труды. Т. 2. М.: Наука. 531 с.
19. План лесонасаждений Аргамаковского лесничества Белинского лесхоза Пензенской области. М 1:25000. 2004. ФГУП «Поволжский леспроект». 1 л.
20. План лесонасаждений Башмаковского лесничества Белинского лесхоза Пензенской области. М 1:25000. 2004. ФГУП «Поволжский леспроект». 1 л.
21. План лесонасаждений Белинского лесничества Белинского лесхоза Пензенской области. М 1:25000. 2004. ФГУП «Поволжский леспроект». 1 л.
22. План лесонасаждений Морозовского лесничества Белинского лесхоза Пензенской области. М 1:25000. 2004. ФГУП «Поволжский леспроект». 1 л.
23. План лесонасаждений Поимского лесничества Белинского лесхоза Пензенской области. М 1:25000. 2004. ФГУП «Поволжский леспроект». 1 л.
24. План лесонасаждений Свищевского лесничества Белинского лесхоза Пензенской области. М 1:25000. 2004. ФГУП «Поволжский леспроект». 1 л.
25. План лесонасаждений Бековского лесничества Сердобского лесхоза Пензенской области. М 1:25000. 2004. ФГУП «Поволжский леспроект». 1 л.
26. План лесонасаждений Кольшлейского лесничества Сердобского лесхоза Пензенской области. М 1: 25000. 2004. ФГУП «Поволжский леспроект». 1 л.
27. План лесонасаждений Малосердобинского лесничества Сердобского лесхоза Пензенской области. М 1: 25000. 2004. ФГУП «Поволжский леспроект». 1 л.
28. План лесонасаждений Секретарского лесничества Сердобского лесхоза Пензенской области. М 1:25000. 2004. ФГУП «Поволжский леспроект». 1 л.
29. План лесонасаждений Сердобского лесничества Сердобского лесхоза Пензенской области. М 1:25000. 2004. ФГУП «Поволжский леспроект». 1 л.
12. Kuzmenko YeI, Mikheyev VS. Ecological-geographical and cartographic foundations of a comprehensive study of the forests of Siberia [*Ekologo-geograficheskiye i kartograficheskiye osnovy kompleksnogo izucheniya lesov Sibiri*]. Novosibirsk: Geo, 2008:207.
13. Melekhov IS. Forestry [*Lesovedeniye*]. Moscow: Lesnaya Promyshlennost', 1980:408.
14. Mirkin BM, Rozenberg GS. Phytocenology. Principles and methods [*Fitotsenologiya. Printsipy i metody*]. Moscow: Nauka, 1978:211.
15. Mirkin BM, Naumova LG, Solomeshch AI. Modern vegetation science [*Sovremennaya nauka o rastitel'nosti*]. Moscow: Logos, 2001:264.
16. Molchanov AA. Impact of the forests on the environment [*Vliyaniye lesa na vsyu sredu*]. Moscow: Nauka, 1973:359.
17. Morozov GF. Selected works [*Izbrannyye trudy*]. Moscow: Nauka, 1970;1:455.
18. Morozov GF. Selected works [*Izbrannyye trudy*]. Moscow: Nauka, 1971;2:531.
19. Afforestation plan for the Argamakovsky forestry of the Belinsky forestry enterprise in Penza region [*Plan lesonasazhdeniy Argamakovskogo lesnichestva Belinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:25000. FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2004:1.
20. Afforestation plan for the Bashmakovsky forestry of the Belinsky forestry enterprise in Penza region [*Plan lesonasazhdeniy Bashmakovskogo lesnichestva Belinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:25000. FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2004:1.
21. Afforestation plan for the Belinsky forestry of the Belinsky forestry enterprise in Penza region [*Plan lesonasazhdeniy Belinskogo lesnichestva Belinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:25000. FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2004:1.
22. Afforestation plan for the Morozovsky forestry of the Belinsky forestry enterprise in Penza region [*Plan lesonasazhdeniy Morozovskogo lesnichestva Belinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:25000. FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2004:1.

30. План лесонасаждений Софьинского лесничества Сердобского лесхоза Пензенской области. М 1:25000. 2004. ФГУП «Поволжский леспроект». 1 л.
31. План лесонасаждений Тамалинского лесничества Сердобского лесхоза Пензенской области. М 1:25000. 2004. ФГУП «Поволжский леспроект». 1 л.
32. План лесонасаждений Даниловского лесничества Лопатинского лесхоза Пензенской области. М 1:25000. 2005. ФГУП «Поволжский леспроект». 1 л.
33. План лесонасаждений Козловского лесничества Лопатинского лесхоза Пензенской области. М 1:25000. 2005. ФГУП «Поволжский леспроект». 1 л.
34. *Полесских М.Р.* 1977. Древнее население Верхнего Посурья и Примокшанья. Пенза: Пензенская Правда. 88 с.
35. Почвенная карта Пензенской области. М 1:300000. 1984. Волжский государственный проектный институт по землеустройству. 1 л.
36. Природа Пензенской области. 1955. Пенза: Кн. изд-во Пенза. 461 с.
37. Проект Организации и ведения лесного хозяйства Белинского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». Пенза. 2004а. 386 с.
38. Проект Организации и ведения лесного хозяйства Сердобского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». Пенза. 2004б. 291 с.
39. Проект Организации и ведения лесного хозяйства Лопатинского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». Пенза. 2005. 325 с.
40. *Смолоногов Е.П.* 1994. Лесообразовательный процесс и его особенности // Экология. № 1. С. 3-9.
41. *Смолоногов Е.П.* 1998. Основные положения генетического подхода при построении лесотипологических классификаций // Экология. № 4. С. 256-261.
23. Afforestation plan for the Poimskoye forestry of the Belinsky forestry enterprise in Penza region [*Plan lesonasazhdeniy Poimskogo lesnichestva Belinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:25000. FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2004:1.
24. Afforestation plan for the Svishchevsky forestry of the Belinsky forestry enterprise in Penza region [*Plan lesonasazhdeniy Svishchevskogo lesnichestva Belinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:25000. FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2004:1.
25. Afforestation plan for the Bekovsky forestry of the Serdobsky forestry enterprise in Penza region [*Plan lesonasazhdeniy Bekovskogo lesnichestva Serdobskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:25000. FGUP "Povolzhskiy lesproyekt". 2004:1.
26. Afforestation plan for the Kolyshley forestry of the Serdobsky forestry enterprise in Penza region [*Plan lesonasazhdeniy Kolyshleyskogo lesnichestva Serdobskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:25000. FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2004:1.
27. Afforestation plan for the Maloserdobinsky forestry of the Serdobsky forestry enterprise in Penza region [*Plan lesonasazhdeniy Maloserdobinskogo lesnichestva Serdobskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:25000. FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2004:1.
28. Afforestation plan for the Sekretarskiy forestry of the Serdobsk forestry enterprise in Penza region [*Plan lesonasazhdeniy Sekretarskogo lesnichestva Serdobskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:25000. FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2004:1.
29. Afforestation plan for the Serdobsky forestry of the Serdobsky forestry enterprise in Penza region [*Plan lesonasazhdeniy Serdobskogo lesnichestva Serdobskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:25000. FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2004:1.
30. Afforestation plan for the Sofya forestry of the Serdobsky forestry enterprise in Penza region [*Plan lesonasazhdeniy Sofinskogo lesnichestva Serdobskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:25000. FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2004:1.
31. Afforestation plan for the Tamal forestry of

42. Смолоногов Е.П., Алесенков Ю.М., Поздеев Е.Г. 2004. Географо-генетический подход к построению лесотипологических классификаций // Лесоведение. № 5. С. 76-80.
43. Сочава В.Б. 1978. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука. 319 с.
44. Сукачев В.Н. 1964. Динамика лесных биогеоценозов // Основы лесной биогеоценологии. М.: Изд-во АН СССР. С. 458-486.
45. Сукачев В.Н. 1975. Избранные труды. Проблемы фитоценологии. Т. 3. Л.: Наука. 543 с.
46. Таксационное описание Аргамаковского лесничества Белинского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». 2004. 488 с.
47. Таксационное описание Башмаковского лесничества Белинского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». 2004. 601 с.
48. Таксационное описание Белинского лесничества Белинского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». 2004. 563 с.
49. Таксационное описание Морозовского лесничества Белинского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». 2004. 527 с.
50. Таксационное описание Поимского лесничества Белинского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». 2004. 474 с.
51. Таксационное описание Свищевского лесничества Белинского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». 2004. 544 с.
52. Таксационное описание Бековского лесничества Сердобского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». 2004. 521 с.
53. Таксационное описание Кольшлейского лесничества Сердобского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект».
- the Serdobsky forestry enterprise in Penza region [*Plan lesonasazhdeniy Tamalinskogo lesnichestva Serdobskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:25000. FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2004:1.
32. Afforestation plan for the Danilovskoye forestry of the Lopatinsky forestry enterprise in Penza region [*Plan lesonasazhdeniy Danilovskogo lesnichestva Lopatinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:25000. FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2005:1.
33. Afforestation plan for the Kozlovsky forestry of the Lopatinsky forestry enterprise in Penza region [*Plan lesonasazhdeniy Kozlovskogo lesnichestva Lopatinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:25000. FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2005:1.
34. Poleskikh MR. Ancient population of the Upper Posurye and Primokshan area [*Drevneye naseleniye Verkhnego Posur'ya i Primokshan'ya*]. Penza: Penzenskaya Pravda, 1977:88.
35. Soil map of the Penza region [*Pochvennaya karta Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:300000. Volzhskiy gosudarstvennyy proyektnyy institut po zemleustroystvu, 1984:1.
36. Nature of Penza Region [*Priroda Penzenskoy oblasti*]. Penza: Publishing House "Penza", 1955:461.
37. The project of the organization and management of forestry of the Belinsky forestry enterprise in Penza region [*Proyekt Organizatsii i vedeniya lesnogo khozyaystva Belinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Penza: FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2004a:386.
38. The project of the organization and management of forestry in the Serdobsk forestry enterprise in Penza region [*Proyekt Organizatsii i vedeniya lesnogo khozyaystva Serdobskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Penza: FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2004b:291.
39. The project of the organization and management of forestry of the Lopatinsky forestry enterprise in Penza region [*Proyekt Organizatsii i vedeniya lesnogo khozyaystva Lopatinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Penza: FGUP "Povolzhskiy lesproyekt",

- леспроект». 2004. 622 с.
54. Таксационное описание Малосердобинского лесничества Сердобского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». 2004. 480 с.
 55. Таксационное описание Секретарского лесничества Сердобского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». 2004. 557 с.
 56. Таксационное описание Сердобского лесничества Сердобского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». 2004. 490 с.
 57. Таксационное описание Софьинского лесничества Сердобского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». 2004. 555 с.
 58. Таксационное описание Тамалинского лесничества Сердобского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». 2004. 589 с.
 59. Таксационное описание Даниловского лесничества Лопатинского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». 2005. 503 с.
 60. Таксационное описание Козловского лесничества Лопатинского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». 2005. 476 с.
 61. Танфильев Г.И. 1953. Географические работы. М.: Географгиз. 675 с.
 62. Топографическая карта. Масштаб 1:100000. 1966. М.: ГУГК. Л. N-38-123.
 63. Топографическая карта. Масштаб 1:100000. 1983. М.: ГУГК. Л. N-38-111.
 64. Топографическая карта. Масштаб 1:100000. 1986. М.: ГУГК. Л. N-38-126.
 65. Топографическая карта. Масштаб 1:100000. 1987. М.: ГУГК. Л. N-38-125.
 66. Топографическая карта. Масштаб 1:100000. 1988. М.: ГУГК. Л. N-38-98, N-38-110.
 67. Топографическая карта. Масштаб 1:100000. 1990. М.: ГУГК. Л. N-38-99, N-38-100, N-38-113, N-38-101, N-38-112, N-38-127.
 68. Топографическая карта. Масштаб 1:100000. 2000. М.: ГУГК. Л. N-38-124.
 - 2005:325.
 40. Smolonogov YeP. Forest-forming process and its features [Lesoobrazovatel'nyy protsess i yego osobennosti] *Ecology*. 1994;1:3-9.
 41. Smolonogov YeP. The main provisions of the genetic approach in the construction of forest typological classifications [Osnovnyye polozheniya geneticheskogo podkhoda pri postroyenii lesotipologicheskikh klassifikatsiy] *Ecology*. 1998;4:256-261.
 42. Smolonogov YeP, Alesenkov YuM, Pozdeyev YeG. Geographic and genetic approach to the construction of forest-typological classifications [Geografo-geneticheskiy podkhod k postroyeniyu lesotipologicheskikh klassifikatsiy] *Forestry [Lesovedeniye]*. 2004;5:76-80.
 43. Sochava VB. Introduction to the theory of geosystems [Vvedeniye v ucheniye o geosistemakh]. Novosibirsk: Nauka, 1978:319.
 44. Sukachev VN. Dynamics of forest biogeocenoses [Dinamika lesnykh biogeotsenozov] *Foundations of forest biogeocenology [Osnovy lesnoy biogeotsenologii]*. Moscow: Izdatelstvo AN SSSR, 1964:458-486.
 45. Sukachev VN. Selected works [Izbrannyye trudy] *Problems of phytocenology [Problemy fitotsenologii]*. Leningrad: Nauka, 1975;3:543.
 46. Taxation description of the Argamakovsky forestry of the Belinsky forestry enterprise in Penza region [Taksatsionnoye opisaniye Argamakovskogo lesnichestva Belinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti]. FSUE "Povolzhsky Lesproekt", 2004:488.
 47. Taxation description of the Bashmakovsky forestry of the Belinsky forestry enterprise in Penza region [Taksatsionnoye opisaniye Bashmakovskogo lesnichestva Belinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti]. FSUE "Povolzhsky Lesproekt", 2004:601.
 48. Taxation description of the Belinsky forestry of the Belinsky forestry enterprise in Penza region [Taksatsionnoye opisaniye Belinskogo lesnichestva Belinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti]. FSUE "Povolzhsky Lesproekt", 2004:563.

69. Топографическая карта. Масштаб 1:100000. 2001. М.: ГУГК. Л. N-38-114.
70. Ярмишко В.Т., Баккал И.Ю., Борисова О.В., Горшков В.В., Катютин П.Н., Лянгузова И.В., Мазная Е.А., Ставрова Н.И., Ярмишко М.А. 2009. Динамика лесных сообществ Северо-Запада России. СПб.: ВВМ. 276 с.
71. Angelstam P. 1998. Maintaining and restoring biodiversity in European boreal forests by developing natural disturbance regimes // *Journal of Vegetation Science*. No. 9. P. 593-602.
72. Cambi M., Certini G., Marchi E. 2015. The Impact of Heavy Traffic on Forest Soils: A Review // *Forest Ecology and Management*. Vol. 338. P. 124-138.
73. Formann R.T.T., Gordon M. 1986. *Landscape ecology*. N.Y.: Willey. 620 p.
74. Kuparinen A., Savalainen O., Schurr F.M. 2010. Increased Mortality Can Promote Evolutionary Adaptation of Forest Trees to Climate Change // *Forest Ecology and Management*. Vol. 259. No. 5. P. 1003-1008.
75. Mueller-Dombois D., Ellenberg H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. N.Y.: Willey. 547 p.
76. Sugart H.J., Grow T.R., Helt J.M. 1973. Forest succession models. A rational and methodology for modeling forest succession over large region // *Forest Science*. Vol. 19. No. 3. P. 203-212.
77. Walter H., Box E. 1976. Global classification of terrestrial ecosystems // *Vegetatio*. Vol. 32. No. 2. P. 75-81.
49. Taxation description of the Morozovsky forestry of the Belinsky forestry enterprise in Penza region [*Taksatsionnoye opisaniye Morozovskogo lesnichestva Belinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. FSUE "Povolzhsky Lesproekt", 2004:527.
50. Taxation description of the Poimsky forestry of the Belinsky forestry enterprise in Penza region [*Taksatsionnoye opisaniye Poimskogo lesnichestva Belinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. FSUE "Povolzhsky Lesproekt", 2004:474.
51. Taxation description of the Svishchevsky forestry of the Belinsky forestry enterprise in Penza region [*Taksatsionnoye opisaniye Svishchevskogo lesnichestva Belinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. FSUE "Povolzhsky Lesproekt", 2004:544.
52. Taxation description of the Bekovsky forestry of the Serdobsky forestry enterprise in Penza region [*Taksatsionnoye opisaniye Bekovskogo lesnichestva Serdobskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. FSUE "Povolzhsky Lesproekt", 2004:521.
53. Taxation description of the Kolyshley forestry of the Serdobsky forestry enterprise in Penza region [*Taksatsionnoye opisaniye Kolyshleyskogo lesnichestva Serdobskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. FSUE "Povolzhsky Lesproekt", 2004:622.
54. Taxation description of the Maloserdobinsky forestry of the Serdobsky forestry enterprise in Penza region [*Taksatsionnoye opisaniye Maloserdobinskogo lesnichestva Serdobskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. FSUE "Povolzhsky Lesproekt", 2004:480.
55. Taxation description of the Sekretarskiy forestry of the Serdobsk enterprise in Penza region [*Taksatsionnoye opisaniye Sekretarskogo lesnichestva Serdobskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. FSUE "Povolzhsky Lesproekt", 2004:557.
56. Taxation description of the Serdobsky forestry of the Serdobsky forestry enterprise in Penza region [*Taksatsionnoye opisaniye Serdobskogo lesnichestva Serdobskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. FSUE "Povolzhsky Lesproekt", 2004:490.
57. Taxation description of the Sofyinsky forestry

- of the Serdobsky forestry enterprise in Penza region [*Taksatsionnoye opisaniye Sof'inskogo lesnichestva Serdobskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. FSUE "Povolzhsky Lesproekt", 2004:555.
58. Taxation description of the Tamalinsky forestry of the Serdobsky forestry enterprise in Penza region [*Taksatsionnoye opisaniye Tamalinskogo lesnichestva Serdobskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. FSUE "Povolzhsky Lesproekt", 2004:589.
59. Taxation description of the Danilovskoye forestry of the Lopatinsky forestry enterprise in Penza region [*Taksatsionnoye opisaniye Danilovskogo lesnichestva Lopatinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. FSUE "Povolzhsky Lesproekt", 2005:503.
60. Taxation description of the Kozlovsky forestry of the Lopatinsky forestry enterprise in Penza region [*Taksatsionnoye opisaniye Kozlovskogo lesnichestva Lopatinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. FSUE "Povolzhsky Lesproekt", 2005:476.
61. Tanfilyev G.I. Geographic works [*Geograficheskiye raboty*]. Moscow: Geografiz, 1953:675.
62. Topographic map [*Topograficheskaya karta*]. Scale 1:100000. Moscow: GUGK, 1966:N-38-123.
63. Topographic map [*Topograficheskaya karta*]. Scale 1:100000. Moscow: GUGK, 1983:N-38-111.
64. Topographic map [*Topograficheskaya karta*]. Scale 1:100000. Moscow: GUGK, 1986:N-38-126.
65. Topographic map [*Topograficheskaya karta*]. Scale 1:100000. Moscow: GUGK, 1987:N-38-125.
66. Topographic map [*Topograficheskaya karta*]. Scale 1:100000. Moscow: GUGK, 1988:N-38-98, N-38-110.
67. Topographic map [*Topograficheskaya karta*]. Scale 1:100000. Moscow: GUGK, 1990:N-38-99, N-38-100, N-38-113, N-38-101, N-38-112, N-38-127.
68. Topographic map [*Topograficheskaya karta*]. Scale 1:100000. Moscow: GUGK, 2000:N-38-124.
69. Topographic map [*Topograficheskaya karta*].

- Scale 1:100000. Moscow: GUGK, 2001:N-38-114.
70. Yarmishko VT, Bakkal IYu., Borisova OV., Gorshkov VV., Katyutin PN., Lyanguzova IV., Maznaya YeA., Stavrova NI., Yarmishko MA. Dynamics of forest communities in the North-West of Russia [*Dinamika lesnykh soobshchestv Severo-Zapada Rossii*]. Saint Petersburg: VVM, 2009:276.
 71. Angelstam P. Maintaining and restoring biodiversity in European boreal forests by developing natural disturbance regimes. *Journal of Vegetation Science*. 1998;9:593-602.
 72. Cambi M., Certini G., Marchi E. The Impact of Heavy Traffic on Forest Soils: A Review. *Forest Ecology and Management*. 2015;(338):124-138.
 73. Formann RTT, Gordon M. Landscape ecology. N.Y.: Willey, 1986:620.
 74. Kuparinen A., Savalainen O., Schurr FM. Increased Mortality Can Promote Evolutionary Adaptation of Forest Trees to Climate Change. *Forest Ecology and Management*. 2010;5(259):1003-1008.
 75. Mueller-Dombois D, Ellenberg H. Aims and methods of vegetation ecology. N.Y.: Willey, 1974:547.
 76. Sugart HJ, Grow TR, Helt JM. Forest succession models. A rational and methodology for modeling forest succession over large region. *Forest Science*. 1973;(19) 3:203-212.
 77. Walter H, Box E. Global classification of terrestrial ecosystems. *Vegetation*. 1976;(32) 2:75-81.

UDC 630*182.58

TRANSFORMATION FOREST ECOSYSTEMS OF MIDDLE VOLGA FOREST-STEPPE

© 2021. A.Yu. Kudryavtsev* **

*State Natural Reserve "Privolzhskaya Lesostep"

Russia, 440031, Penza Region, Penza, Okruzhnaya Str. 12A

**Saratov Branch of A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution
of the Russian Academy of Science

Russia, 410028, Saratov, Rabochaya Str. 24. E-mail: akdytaks@mail.ru

Received April 2, 2021. After revision June 14, 2021. Accepted June 15, 2021

At the forest-steppe zone unbroken forest cover are absent. Typical islands massifs of the forests different sizes, which related with different elements of the relief. Therefore, forest massif one can considered like one from basic units for investigation forest ecosystems, especially at the forest–steppe and steppe zone. Reduction of the forest areas and connected with him fragmentation forest cover at the forest–steppe zone demanded necessity distinguishing types of the massifs, which formed as a result fragmentation of the more large complex.

Territory of investigation located at the Central Russia in the central part of the Volga Upland divided by main watershed Volga and Don. North of forest–steppe at the Volga Upland territory passed to watershed Volga and Don. Investigations embraced left coastal of Sura river, upper part of the basin Khoher river and upper part of the basin river Mochsha. General area of the territory are composed more 1.7 million hectares. Object of our investigation is characterized spatial structure of the forest cover at middle Volga forest-steppe. Described different types forest massifs in the forest-steppe zone.

As units of the classification considered forest massifs different size. Distinguished of the massifs carry out with used plans of the forest implants S 1:25000 and topography maps S 1:100000. By help topography, maps definite belongs to every massif to elements of relief. Forests massifs belong to definite forms of relief united to types.

For identification the spatial structures of the ecosystems application morphometric method basis at analyze of frequency-spatial characteristics different scale level. This method include numbers presentation drawings of ecosystems and statistical analyze data lineal scanning their images. With dependence from area, woods parts may be combination of different-ranked ecosystems.

We described following types of the forest massifs, characteristic for forest-steppe zone of the Central Russia: plakor, nagornue, bajrak, massif on the slope, floodplain, arena (terraces), and complex forest massif. Species composition of timber stands marked 12 basic forest forming breeds of the forest massifs grouped at sizes and different types of the forest massifs analyzed.

Forest ecosystems transformation reflected to the reduction of the forest areas, fragmentation forests massifs, composition and structure alteration. A forest massifs was considered like complex different-ranked ecosystems. The data on the composition of the forest-forming trees species in the different types forest massifs are given. The current mosaic pattern of the forest ecosystems reflect realistic vegetation, the degree of it transformation and possible ways of regenerating the forest under certain landscape conditions. Degree of disturbance of the forest cover for investigated territory is extraordinary high. Fragmentation forests as result of the human activity changed natural character not only composition and structure of the forests phytocoenoses, but and morphological characteristics of the wooden massifs. Different categories of the wooden massifs enough clear differenced to species composition of the basic forest forming breeds.

Degree of disturbance of the forest cover for investigated territory is extraordinary high. At now time wood-cover of region composed 13.4 percent. That is considerable smaller of necessary minimum (“optimum wood-cover”), which by A.A. Molchanov (1973) due composing 26 percent as minimum. Quantity little paths of the kolki forests are large, though basic area occupied big wooden massifs. Fragmentation forests as result of the human activity changed natural character not only composition and structure of the forests phytocoenoses, but and morphological characteristics of the wooden massifs. Many of them disintegrated at separated parts.

Key words: forest-steppe zone, Volga Upland, forest cover, forest ecosystems, types of the forest massifs, species composition, degree of the transformation.

DOI: 10.24411/2542-2006-2021-10084