

БИРЮКОВА ОЛЬГА ВЛАДИМИРОВНА

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ И АНТРОПОГЕННАЯ
ТРАНСФОРМАЦИЯ ФЛОРИСТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НА БОРЕАЛЬНОМ
ЭКОТОНЕ НИЖЕГОРОДСКОГО ПРАВОБЕРЕЖЬЯ**

1.5.15. Экология (биологические науки)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Нижний Новгород
2022

Работа выполнена на базе кафедры ботаники и зоологии Института биологии и биомедицины федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

Научный руководитель: кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры ботаники и зоологии Института биологии и биомедицины ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

Воротников Владимир Петрович

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры общей биологии и экологии факультета биотехнологии и биологии ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский университет им. Н.П. Огарёва» (г. Саранск)

Силаева Татьяна Борисовна

доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой биологии Института математики, информационных технологий и естественных наук ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет» (г. Иваново)

Борисова Елена Анатольевна

Ведущая организация: ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» (г. Пермь)

Защита диссертации состоится «___» мая 2022 г. в ___ часов на заседании диссертационного совета 24.2.340.05 при Национальном исследовательском Нижегородском государственном университете им. Н.И. Лобачевского по адресу: 603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23, Институт биологии и биомедицины

E-mail: dis212.166.12@gmail.com

Факс: (831) 462-30-85

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Национального исследовательского государственного университета им. Н.И. Лобачевского по адресу: <https://diss.unn.ru/files/2022/1210/diss-Biryukova-1210.pdf>

с авторефератом – в сети Интернет на сайте ВАК России по адресу: <http://vak.minobrnauki.gov.ru>

Автореферат разослан «___» _____ 2022 г.

Ученый секретарь диссертационного совета, кандидат биологических наук



Д.Е. Гаврилко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Изучение биоразнообразия, научное обоснование причин и методов охраны его компонентов, а также степени его антропогенной трансформации являются приоритетными направлениями фундаментальной биологической науки. Растительный покров какой-либо территории в полной мере отражает ее зональное положение, ландшафтно-географические особенности и тесно связан как с геологическим прошлым, так и современным этапом своего развития. В первую очередь это находит отражение в видовом составе слагающих ее флористических комплексов, их биоморфологической, эколого-ценотической и географической структуре и дифференциации (Агафонов, 2006).

Зональные экотоны, формируясь в зоне латерального взаимодействия пограничных природных зон, характеризуются довольно сложной ландшафтной структурой и гетерогенностью экологических условий (Мирзадинов, 1988; Ecotones, 1991; Агафонов, 2006; Неронов, 2008; Klark, 2012; Yu at al., 2014; Симонекова, 2016). Особенности организации зональных экотонов находят отражение в видовом составе их флористических комплексов, биоморфологической, эколого-ценотической и географической структуре (Агафонов, 2006), а также распределении их в пределах данного экотона.

Флористические комплексы как объекты изучения ландшафтно-экологической гетерогенности бореального экотона на территории Европейской России затронуты в очень немногих работах (Рогова, 2001). Нижегородская область в этом аспекте представляет несомненный интерес: территория её вытянута с севера на юг, и потому отличается неоднородностью физико-географических условий и растительного покрова, в котором представлены ландшафты от южной тайги до лесостепи. Уже в масштабе левобережной и правобережной ее частей есть существенные различия состава и структуры растительного покрова, что отражено и в схеме ботанико-географического районирования Д.С. Аверкиева (1954). В пределах собственно бореального экотона, проходящего через Нижегородскую область, лежит изученная нами территория бассейна реки Кудьмы. Она, согласно ландшафтному районированию Среднего Поволжья (Экология ландшафтов, 1995), представляет собой природный выдел с гетерогенной ландшафтно-экологической структурой, включающей основные элементы, свойственные Нижегородскому Правобережью в целом.

Решение задач эколого-флористических исследований невозможно без детальной инвентаризации и всестороннего анализа видового состава природных объектов (Воротников, 2010; Щербаков, 2011). Это предполагает изучение как уже накопленного материала, представленного в литературных источниках и гербарных коллекциях, так и сбор актуальных данных о современном распространении видов в пределах той или иной территории.

Нужно также отметить, что в настоящее время флористические комплексы освоенной в хозяйственном плане территории слагаются далеко не только аборигенными видами растений. Отмечается активное проникновение адвентивных видов не только в антропогенно преобразованные, но и в естественные (или близкие к ним) местообитания (Weber, 2000; Liu et al., 2006; Савенко, 2008; Нотов, 2009; Нотов, Нотов, 2009; Борисова, 2016;). Процесс адвентизации растительного покрова нередко ведет к вытеснению и замещению аборигенных видов флоры, обогащению флористических комплексов эвритопными сорными видами и их унификации (Савенко, 2008). В связи с этим инвентаризация адвентивных видов в регионах и выявление особенностей их распространения и экологии является одной из актуальных задач изучения биологических инвазий (Борисова, 2008; Виноградова, 2014; Oitsius et al., 2020).

Цель исследования: на примере бассейна р. Кудьмы выявить ландшафтно-географическую и экологическую дифференциацию флористических комплексов, находящихся в пределах бореального экотона, и определить ведущие факторы их адвентизации.

Задачи исследования:

- Провести инвентаризацию и определить экологическую, биоморфологическую и географическую структуру фитобиоты бассейна р. Кудьмы и его флористических комплексов (ФК), выделенных с позиций бассейнового подхода.
- На основе анализа видового состава флористических комплексов определить границы эколого-флористических районов, определить черты их дифференциации и соотнести их с ландшафтными и ботанико-географическими.
- Определить место раритетного компонента в выделенных эколого-флористических районах, а также оценить релевантность существующей сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ), внести предложения по ее оптимизации.
- Определить основные черты антропогенной трансформации флористических комплексов, установить их взаимосвязь с ведущими факторами антропогенной нагрузки.

Научная новизна работы. Впервые проведена инвентаризация и анализ видового состава изученной территории с позиций бассейнового подхода. Впервые для изученной территории определены черты ландшафтно-экологической дифференциации флористических комплексов бореального экотона, что заключается как в различии видового состава, так и эколого-ценотической и географической структуры, а также распространения редких и заносных видов. На основе анализа сходства и различия списка видов выделены эколого-флористические районы изученной территории, границы которых сопоставлены с системой ландшафтного районирования и предложены для уточнения границ ботанико-географических районов, проходящих по изученной территории. Детально изучены показатели адвентизации флористических комплексов и определена зависимость распространения отдельных групп заносных видов от ведущего фактора антропогенной нагрузки – плотности авто- и железнодорожных транспортных путей. А также дана характеристика основных тенденций динамики флоры территории.

Показано, что на изученной территории экотона, за счет гетерогенности природных систем, отмечается высокий уровень α - и β -разнообразия, даже при существенном антропогенном влиянии. Это позволяет большинству видов природной флоры, в том числе и редких, выступать в роли устойчивых компонентов фитоценозов, что имеет значение для организации и функционирования ООПТ. Зафиксированы новые местонахождения редких видов, занесенных в региональную Красную книгу (2017). Обнаружены не указанные ранее для области виды растений (*Acorus calamus*, *Typha elatior*, *Cotoneaster alaiunucus*). Впервые дана оценка репрезентативности сети ООПТ, и предложены меры по ее оптимизации с учетом специфических условий бореального экотона. Показана зависимость распространения отдельных групп адвентивных видов растений от плотности транспортных путей, заключающаяся в увеличении доли видов-кенофитов, -эргазиофитов и колонофитов в ФК с увеличением данного показателя.

Теоретическая и практическая значимость работы. Полученные данные об эколого-географических особенностях флористических комплексах и их распределении в структуре зонального экотона, а также зависимости активности групп адвентивных видов от факторов антропогенной деятельности, имеют значение для развития теоретических основ изучения структуры и функционирования зональных экотонов. Методика, послужившая основой для районирования территории на основе состава фитобиоты, может быть использована в дальнейшем при проведении аналогичных исследований в других физико-географических выделах, в том числе и для верификации и уточнения ботанико-географических границ на региональном уровне.

Результаты данной работы могут быть использованы в дальнейшем при формировании конспекта флоры Нижегородской области, а также для уточнения и/или изменения статуса и режима охраны видов, занесенных в региональную Красную книгу. По итогам изучения распространения ряда охраняемых видов даны рекомендации для Комиссии по Красной книге Нижегородской области при Министерстве экологии и природных ресурсов, а также по некоторой оптимизации сети ООПТ в пределах бассейна р. Кудьмы.

Сведения о распространении заносных видов и их роли в сложении ФК могут быть использованы для составления «Черной книги» Нижегородской области и разработке мер мониторинга карантинных и потенциально опасных видов-интродуцентов и растений-трансформеров.

Материалы диссертации могут быть использованы при чтении специальных курсов «Флора Нижегородской области», «Систематика высших растений», «Ботаническая география», «Флора культурных растений», «Ландшафтоведение».

Соответствие паспорту научной специальности. Результаты проведенного исследования соответствуют шифру специальности 1.5.15. Экология (биологические науки), областям исследования – закономерности формирования биоразнообразия в различных пространственных и временных масштабах, биогеографические и макроэкологические закономерности организации надорганизменных систем.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. На основе анализа видового сходства флористических комплексов бассейна реки Кудьмы выделено три эколого-флористических района – экотонный, неморально-бореальный и лесостепной. Экотонный район отличается сравнительно высоким видовым богатством и, в то же время, наименьшим сходством видового состава входящих в него ФК, что свидетельствует о высоком бета-разнообразии (разнообразии сообществ) и большем проявлении экотонности данной территории.

2. В пределах бореального экотона статус охраны большинства редких видов растений связан с их географическим распространением. Площадь существующих ООПТ и их локализация лишь частично обеспечивает режим охраны популяций видов, занесенных в Красную книгу.

3. С ведущим фактором адвентизации, плотностью автомобильных и железных дорог, связано, в первую очередь, распространение таких групп заносных видов, как кенофиты, эргазио- и колонофиты. Тем не менее, экотонное положение территории способствует поддержанию довольно высокого биологического разнообразия и автохтонных процессов флорогенеза.

Апробация работы. Результаты исследований докладывались на конференциях и совещаниях: Принципы и способы сохранения биоразнообразия: III Всероссийская научная конференция (Йошкар-Ола, Пущино, 2008); XIII Нижегородская сессия молодых ученых. Естественнонаучные дисциплины (Нижний Новгород, 2008); Всероссийская научно-практическая конференция «Изучение растительных ресурсов Волжско-Камского края» (Чебоксары, 2008); Международная научная конференция «Растительность Восточной Европы: классификация, экология и охрана» (Брянск, 2009); Российская научная конференция «Раритеты флоры Волжского бассейна» (Тольятти, 2009); III Международная научно-практическая конференция «Роль особо охраняемых природных территорий в сохранении биоразнообразия» (Чебоксары, 2010); IV Международная научная конференция «Проблемы изучения адвентивной и синантропной флор России и стран ближнего зарубежья» (Ижевск, 2012); 2-я Всероссийская научно-практическая конференция с Международным участием, посвященная 110-летию юбилею доктора биологических наук, профессора Д.Н. Флорова и 75-летию юбилею кандидата биологических наук, профессора М.С. Горелова (Самара, 2013); X Научно-практическая

конференция «Ландшафтная архитектура 2014. Город и парк» (Нижний Новгород, 2014); Международная научная конференция «Культивирование микотрофных растений» (Нижний Новгород, 2014); Всероссийская (с международным участием) научная конференция, посвященная 120-летию гербария имени И.И. Спрыгина и 100-летию Русского ботанического общества (Пенза, 2015); VIII Всероссийской конференции с международным участием по водным растениям «Гидрботаника-2015» (Борок, 2015); VIII научное совещание по флоре Средней России (Москва, 2016).

Личный вклад автора в работу. Все виды работ по теме диссертации: анализ литературных данных, сбор данных в полевых условиях, обработка гербарных материалов, определение образцов, составление аннотированного списка, анализ и статистическая обработка материала, разработка районирования – осуществлены автором или при непосредственном его участии. Доля участия автора в совместных публикациях составляет 10-50 %.

Автором лично сформулирована проблема, поставлены задачи, произведен сбор материала в полевых условиях, обработаны и проанализированы результаты исследований, сформулированы выводы и обобщения.

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 26 работ, из которых 1 – коллективная монография, 4 статьи в журналах, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования, и 3 статьи в изданиях, рекомендованных Перечнем ВАК РФ.

Структура и объем работы. Диссертационная работа включает введение и, 8 глав, заключение, выводы, список литературы (297 источников), приложение. Диссертация изложена на 178 страницах, проиллюстрирована 31 таблицей и 34 рисунками. Приложение включает аннотированный список видов флоры, иллюстративный и табличный материал, а также полный список опубликованных работ.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Литературный обзор

В главе приведен обзор работ в различных областях экологических и ботанических исследований, основанных на применении бассейнового подхода. А также освещена история изучения растительного покрова в пределах бассейна реки Кудьмы.

1.1. Бассейновый подход в экологии и фитогеографии. Дан обзор основных понятий, связанных с бассейновым подходом. В настоящее время он применяется при различных исследованиях, в т.ч. географических, экологических, а также перспективен для всестороннего изучения природной среды. На территории Нижегородской области бассейны рек в качестве объектов экологических и ботанических исследований рассмотрены лишь в ряде работ Т.Б. Силаевой (2001, 2006, 2008, 2011) в т.ч. с соавторами (Силаева, Кирюхин, Чугунов, 1999; Силаева и др., 2013), Г.Г. Чугунова (2002), а также В.Г. Папченкова с коллективом авторов (Папченков и др., 2013).

1.2. История экологического и географического изучения бассейна реки Кудьмы. Наиболее полные исследования растительного покрова бассейна р. Кудьмы, как и на всей территории области, проведены в 20-30-е годы прошлого века. В 40-50 гг. – военное и послевоенное время – наблюдается заметный спад исследований, которые отчасти возобновились лишь в 70-80 гг. А.Д. Смирновой и её спутниками. В 90-е – 2000-е гг. фитобиота бассейна была затронута исследованиями в рамках инвентаризации флоры области (Воротников, 2005, 2010) при подготовке материалов для Красной книги Нижегородской области (2005). Отдельные участки неоднократно были изучены И.Л. Мининзоном (2008; Экология Нижнего Новгорода, 2017).

Глава 2. Объект, материалы и методы исследований

Согласно современным классификациям (Мизардинов, 1988; Николаев, 2003; Неронов, 2001, 2008), зональными экотонами называются переходные геосистемы между основными природными зонами. В случае бореального экотона – это переходная полоса между лесной и степной зонами (Коломыц, 2005).

Для изучения пространственной дифференциации фитобиоты в пределах бореального экотона проанализированы флористические комплексы (ФК) бассейна р. Кудьмы и ее основных притоков: рр. Сетчуги и Павы, Прорвы, Пыры, Ункора, Ройки, Старой Кудьмы, Озерки, Шавы. Предмет исследований – их эколого-географическая дифференциация в пределах территории экотона и адвентизация как проявление антропогенной трансформации территории.

На первых этапах исследования материалом для сбора данных по флоре изучаемой территории послужил областной фонд Гербария ННГУ (NNSU), а также материалы гербария МГУ им. Д.П. Сырейщикова (MW), представленные на портале «Депозитарий живых систем «Ноев ковчег» (<https://plant.depo.msu.ru>, 2017). Основной же объем материала собран в ходе собственных полевых исследований, проведенных маршрутным методом (Щербаков, Майоров, 2006), в периоды 2006-2009 гг., 2013-2016 гг., некоторые пункты были обследованы повторно в 2017-2020 гг. Для точечной фиксации редких и охраняемых, а также некоторых адвентивных видов растений использовались данные портала iNaturalist (<https://www.inaturalist.org/projects/nizhny-novgorod-oblast-flora>).

В ходе работы было собрано более 3000 листов гербария, выполненного согласно общепринятым методикам (Павлов, Борсукова, 1976; Скворцов, 1977; Гербарное дело, 1995; Положий, 1998; Лисицына, 2003, 2005; Щербаков, Майоров, 2006; Бялт, 2009).

Составлен аннотированный список видов сосудистых растений бассейна реки Кудьмы, включающий 992 вида. Номенклатура приведена большей частью согласно «Флоре средней полосы...» (2014) с некоторыми изменениями и дополнениями: для части видов, которые не приведены в этой сводке, номенклатура дается по «Флоре Восточной Европы» (1994-2004).

Картографические материалы, представленные в работе, выполнены в среде географической информационной системы (ГИС) «QGIS» 7.6.1. На основании выделенных ФК, с использованием данных кластерного анализа проведено районирование бассейна р. Кудьмы. Были выделены элементарные эколого-флористические районы как наименьшие единицы районирования территории (рисунок 1).

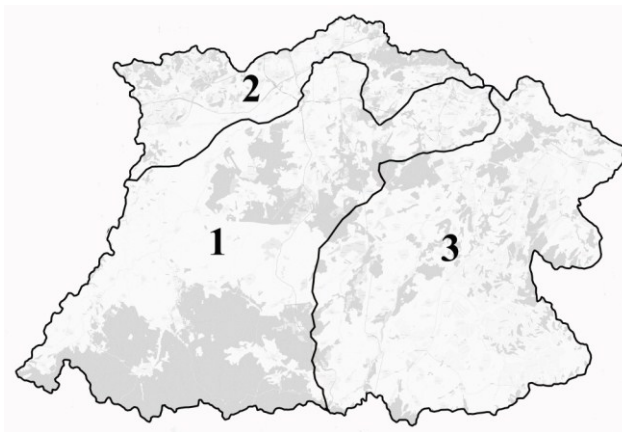


Рисунок 1. Эколого-флористические районы бассейна р. Кудьмы: 1 – экотонный район, 2 – неморально-бореальный район, 3 – лесостепной район

Для анализа участия заносных видов в различных местообитаниях мы использовали классификацию экотопов, предложенную А.В. Щербаковым, С.Р. Майоровым (2006) с некоторыми изменениями и уточнениями.

Статистическая обработка данных для сравнительного анализа ФК и степени их адвентизации проводилась с помощью программ «Microsoft Excel» и «Statistica 13.0». Для оценки сходства видового состава ФК использовался коэффициент Сёренсена (Шмидт, 1984; Мегарран, 1992; Лебедева, Криволуцкий, 2002). Для сопоставления долей видов во флористических спектрах использовался критерий ϕ^* на основе углового преобразования Фишера (Сидоренко, 2003). Определение зависимости распространения групп заносных видов от факторов антропогенной нагрузки проводили с использованием непараметрического коэффициента корреляции Спирмена на уровне значимости $p \leq 0,05$ (Давиденко и др., 2006). Для оценки влияния адвентивного компонента на общую динамику флористического состава использованы графики зависимости «число видов – площадь» (SAR) (Гелашвили и др., 2013). Для выявления автохтонных и аллохтонных тенденций во флоре изученной территории был подсчитан показатель автономности флоры (Малышев, 1969): $A = (S - S')/S$, где S – фактическое число видов флоры, S' – расчетное число видов флоры: $S' = 314 + 0,004538G^2$, G – число родов в данной флоре.

Глава 3. Краткая характеристика природных условий бассейна реки Кудьмы

Бассейн реки Кудьмы расположен в пределах Богородского, Кстовского, Дальнеконстантиновского, в северо-восточных частях Сосновского и Павловского административных районов Нижегородской области, а также захватывает часть Приокского района г. Нижнего Новгорода и пос. Зеленый город. По ландшафтному районированию Среднего Поволжья (Экология ландшафтов..., 1997), территория бассейна лежит в полосе т.н. бореального экотона. Климат является умеренно-континентальным с теплым непродолжительным летом, сравнительно холодной зимой, с преобладающим западным переносом воздушных масс и умеренным увлажнением. Река Кудьма относится к Верхневолжскому бассейновому округу (Гидрографическое районирование..., 2008) и является правым, одним из наиболее крупных и значимых в пределах Нижегородской области, притоком р. Волги. Длина водотока около 150 км, площадь водосбора 5,4 тыс. км². Согласно Почвенно-географическому районированию СССР» (1962) изученная территория относится к бореальному (умеренно холодному) поясу, в частности – к лиственно-лесной зоне серых лесных почв.

Бассейн Кудьмы расположен в подзоне широколиственных лесов лесной зоны, но растительный покров его включает и другие типы лесных сообществ (сосняки, изредка ельники, а также мелколиственные леса). На юге и юго-востоке встречаются участки северных луговых степей. Имеются высокотравные низинные болота, иногда с участками переходных, а также различные водные и прибрежно-водные фитоценозы. По ботанико-географическому делению области Д.С. Аверкиева (1954), бассейн Кудьмы расположен в пределах Приокского дубового подрайона, Выксунско-Сережинского подрайона сосново-еловых лесов и Пьянско-Волжского подрайона дубовых лесов.

В целом территория бассейна Кудьмы, находясь вблизи областного центра, является довольно густо населенной (10-20 чел/км²), освоенной в хозяйственном и промышленном плане, отличается развитой сетью автомобильных и железнодорожных путей (0,08 и 1,2 км/км² соответственно). Хотя данные показатели неравномерно распределены по территории бассейна и варьируют в различных его частях.

Глава 4. Флористические комплексы бассейна р. Кудьмы

4.1. Общая характеристика аборигенной фракции фитобиоты. Аборигенная фитобиота насчитывает 752 вида растений, принадлежащих к 345 родам и 94 семействам. Ее таксономическая структура и спектр ведущих семейств характерны для южной части лесной зоны, а также лесостепи (Морозова, 2014). Преобладание в семейственном спектре *Compositae*, *Graminea* и *Rosaceae*, а в родовом – *Carex*, определяет ее как бореальную

флору умеренной зоны Ro-типа (Толмачев, 1986; Юрцев, 1987; Хохряков, 2000), чему соответствуют также и экологические и биоморфологические ее показатели, а также эколого-ценотическая структура. Согласно результатам географического анализа, фитобиоту бассейна р. Кудьмы можно охарактеризовать как бореально-лесостепную евразийскую, с существенным влиянием палеарктических элементов. Бассейн р. Кудьмы имеет достаточно разнородную хронологическую структуру флоры и является пограничной, ключевой территорией для многих видов растений. В эколого-ценотической структуре преобладают виды лесного спектра ЭЦГ. Это объясняется положением бассейна р. Кудьмы в пределах бореального экотона и свидетельствует о выраженной ландшафтной структуре, а также типов и интенсивности антропогенной нагрузки.

4.2. Экологическая и географическая характеристика флористических комплексов бассейна р. Кудьмы. Каждый из выделенных ФК бассейна Кудьмы включает от 30 до 60 % видов от всей фитобиоты (таблица 4.2.1). Наибольшим видовым богатством характеризуются бассейны Прорвы, Шавы и Озерки, наименьшим – Ункор и Старая Кудьма. Таким образом, в пределах бассейна р. Кудьмы общее увеличение видового богатства, характерное для экотонных территорий, наблюдается в юго-восточном направлении.

Таблица 4.2.1

Видовое богатство флористических комплексов бассейна р. Кудьмы

№ п/п	Флористические	Число видов	Доля видов от всей природной
1	Верхняя Кудьма	250	33,2
2	Прорва	390	51,9
3	Пыра	251	33,4
4	Ункор	226	30,1
5	Ройка	325	43,2
6	Старая Кудьма	226	30,1
7	Шава	385	51,2
8	Озерка	426	56,7
Всего		752	100

Нужно также отметить, что спектры ведущих семейств самых южных ФК – верховьев Кудьмы и бассейнов Шавы и Озерки, соответствуют флорам Fabaceae-типа (средиземноморско-центральноазиатскому) в отличие от остальных и всей флоры в целом, которые относятся к Rosaceae-типу, характерному для флор Центральной Европы (Хохряков, 2000). Это также отражает положение территории в пределах зонального экотона.

Экологические спектры ФК характеризуются значительной схожестью (рис. 2). Хотя можно отметить увеличение видового богатства среди мезофильного и ксерофильного компонентов в структуре флористических комплексов Пыры и Прорвы, а также Шавы и Озерки, а также возрастание в двух последних и доли ксерофильных и мезоксерофильных форм, характерных для лесостепного разнотравья (Неронов, 2008).

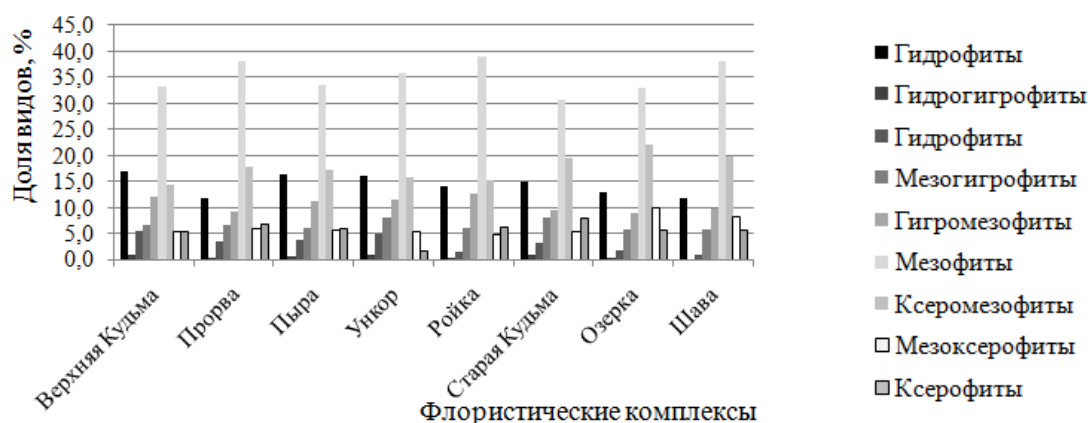


Рисунок 2. Гидротопическая структура флористических комплексов бассейна р. Кудьмы

Соотношение жизненных форм ФК (по К. Raunkiaer, 1934) представлено на рисунке 3. ФК Верхней Кудьмы, Ройки, Шава и Озерки отличаются повышенной долей геофитов, что, связано с большим участием в сложении растительного покрова видов неморальной и лесостепной растительности.

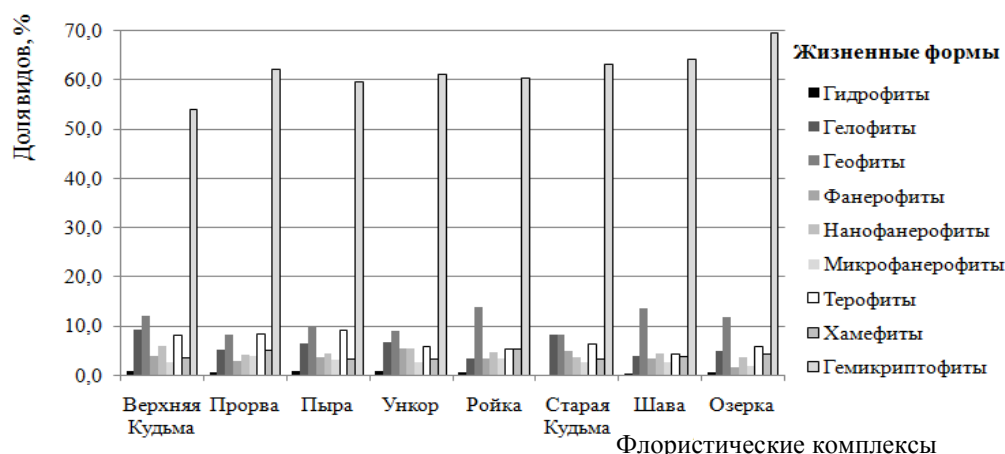


Рисунок 3. Биоморфологическая структура флористических комплексов бассейна р. Кудьмы

В эколого-ценотической структуре ФК (рисунок 4), отмечается следующее: преобладанием неморально-лесных видов отличаются ФК Ункора, Прорвы и Ройки; опушечных и лесных – ФК Шава и Озерки; луговых и прибрежно-водных – ФК Верховьев Кудьмы, Пыры и Старой Кудьмы. Опушечная и луговая ЭЦГ в большей степени выражены в составе ФК Прорвы, Шава и Озерки. В последнем также значительно увеличена доля видов степной ЭЦГ.

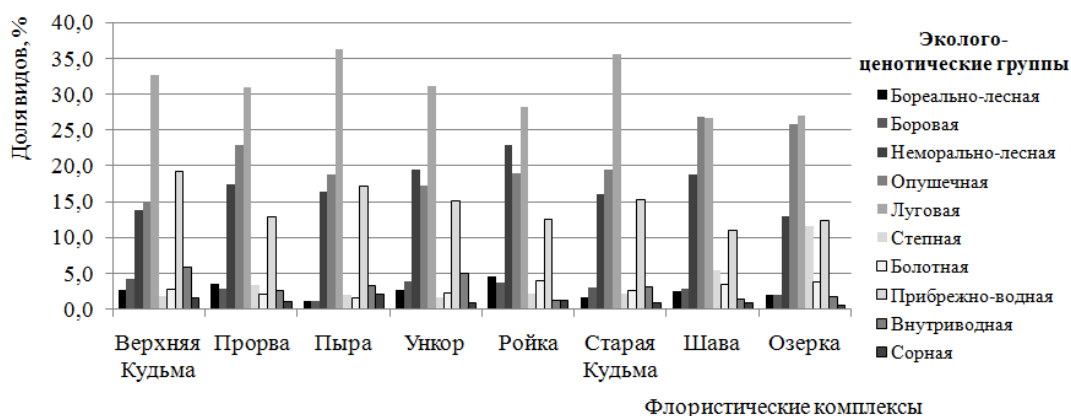


Рисунок 4. Эколого-ценотическая структура флористических комплексов бассейна р. Кудьмы

Расположение изученной территории в пределах экотона предполагает наличие особенностей в географической (поясно-зональной) структуре флоры (рисунок 5).

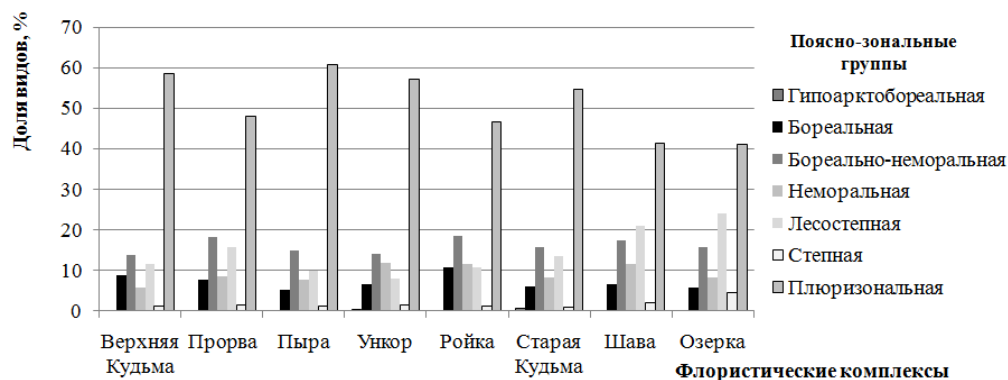


Рисунок 5. Поясно-зональная структура флористических комплексов бассейна р. Кудьмы

При явном преобладании в составе всех ФК плуризонных и бореально-неморальных видов имеются различия по доле других зонально-географических элементов. Бореальные виды шире представлены в ФК Верховьев Кудьмы, Прорвы и Ройки, где встречаются участки хвойных и смешанных лесов. А доля лесостепных и степных видов увеличивается в составе ФК Шава и Озерки. Исходя из комплексного анализа ФК бассейна р. Кудьмы, можно заключить, что в пределах бореального экотона дифференцирующими характеристиками видового состава растений являются гидротопическая, эколого-ценотическая и поясно-зональная структуры, отражающие географическую неоднородность территории.

Глава 5. Эколого-флористическая дифференциация бассейна р. Кудьмы

Бассейн р. Кудьмы, находясь в пределах экотонной территории, имеет весьма неоднородную физико-географическую структуру. Бассейновый подход позволяет оценить приуроченность тех или иных ФК к каким-либо эколого-географическим (ландшафтным) выделам.

Для сравнения видового состава ФК мы использовали коэффициент сходства Сёрнсена. Проведя кластерный анализ на основе матрицы коэффициентов методом невзвешенного попарного среднего, получили дендрограмму (рисунок 6), на которой выделяются два основных кластера:

- бассейны Шава и Озерки, Ройки, Пыры и Прорвы;
- бассейны Старой Кудьмы, Ункора и Верхней Кудьмы

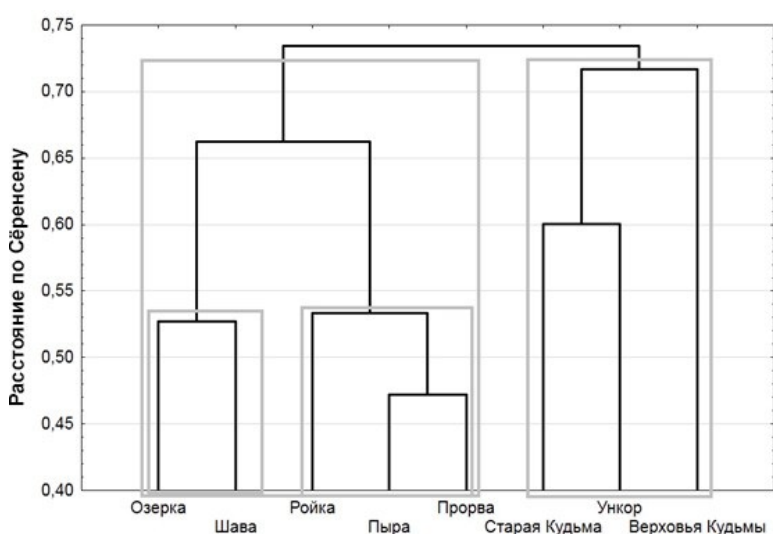


Рисунок 6. Дендрограмма сходства видового состава флористических комплексов бассейна р. Кудьмы

При этом в первом кластере четко дифференцируются еще две группы ФК: восточная – бассейны Озерки и Шавы, и северо-западная – бассейны Ройки, Пыры и Прорвы. Второй кластер образован группой бассейнов, в значительной степени отличающихся по видовому составу флоры как от первого кластера, так и друг от друга. Они соответствуют центральной части бассейна – ФК Старой Кудьмы, Ункора и Верховьям Кудьмы.

Как уже было сказано, исходя из экотонного расположения изученной территории, логичным будет предположение о географической дифференциации выделенных флорокомплексов. В таблице 5.1. приведены значения долей видов поясно-зональных групп для флористических комплексов, сгруппированных соответственно результатам кластеризации.

Таблица. 5.1

Географическая структура флористических комплексов бассейна р. Кудьмы

Поясно-зональные группы	Доля видов, %							
	Кластер 1					Кластер 2		
	подкластер 1-1			подкластер 1-2		подкластер 2-1	подкластер 2-2	
	Прорва	Пыра	Ройка	Шава	Озерка	Верхняя Кудьма	Ункор	Старая Кудьма
Гипоарктобореальная	0,0	0,0	0,3	0,0	0,2	0,0	0,4	0,9
Бореальная	7,9	5,2	10,8	6,5	5,9	8,9	6,7	6,1
Бореально-неморальная	18,4	14,9	18,5	17,5	15,7	13,9	14,2	15,7
Неморальная	8,7	7,7	11,7	11,7	8,4	5,8	12,0	8,3
Лесостепная	15,7	10,1	10,8	21,1	24,1	11,6	8,0	13,5
Степная	1,3	1,2	1,2	1,8	4,4	1,2	1,3	0,9
Плюризональная	48,0	60,9	46,6	41,3	41,2	58,7	57,3	54,6

Заметно, что кластер 1 отличается повышенной долей бореальных и бореальных видов. Причем в подкластере 1-1 также возрастает доля плюризональных элементов, в подкластере 1-2 – лесостепных. Для кластера 2 характерно общее увеличение доли плюризональных видов и снижение участия степных и лесостепных.

Учитывая данные проведенного анализа и нюансы географической структуры выделенных ФК, можно выделить следующие эколого-флористические районы:

1 – экотонный, объединяющий в силу сходства видового состава, бассейны Старой Кудьмы, Ункора и Верхней Кудьмы;

2 – неморально-бореальный (бассейны Ройки, Пыры и Прорвы);

3 – лесостепной (бассейны Шавы и Озерки).

Как видно в таблице 5.1, экотонный район отличается определенной выравненностью долей географических групп видов граничащих природных зон – бореально-неморальной и лесостепной. Также для него характерно наименьшее сходство видового состава входящих в него ФК (таблица 5.2, рисунок 6), что свидетельствует о высоком бета-разнообразии (разнообразии сообществ) этого района.

Таблица. 5.2

Коэффициенты сходства видового состава ФК в эколого-флористических районах

№ п/п	Элементарный район	Коэффициент сходства Сёренсена
1	Экотонный	0,33 – 0,42
2	Неморально-бореальный	0,45 – 0,52
3	Лесостепной	0,51

При изучении структурно-функциональных черт растительного покрова и его дифференциации, наиболее показательным является анализ эколого-ценотических спектров (Смирнов, Ханина, Бобровский, 2006). Экотонный район (кластер 1) характеризуется статистически значимо по критерию ϕ^* ($p < 0,05$) большей долей видов бореально-лесной и водной ЭЦГ (рисунок 7).

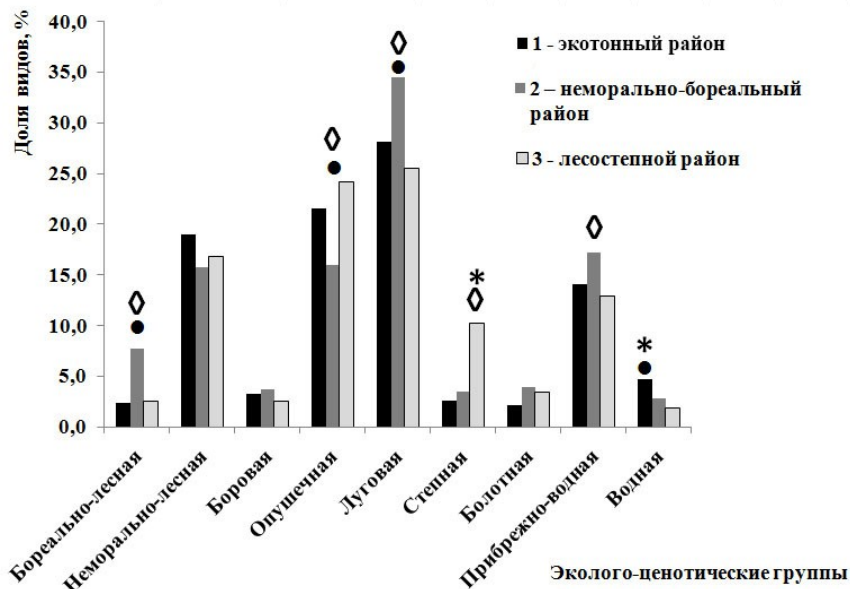


Рисунок 7. Соотношение видов эколого-ценотических групп эколого-флористических районов. Статистически значимые различия ($p < 0,05$) для пар кластеров: ● – 1 – 2; * – 1 – 3, ♦ – 3 – 2

Для неморально-бореального (кластер 2) отмечены значительные, по сравнению с остальными, доли бореально-лесных, а также луговых видов, и в то же время - уменьшение доли опушечных. Во флоре лесостепного района (кластер 3) более чем в 2 раза повышена доля видов степной ЭЦГ. В целом распределение видов по ЭЦГ отражает умеренно-бореальный характер ФК районов, как и ФК всего бассейна. Но соотношение долей видов некоторых групп видов в различных районах варьирует. В данном случае такими, дифференцирующими, ЭЦГ являются бореально-лесная и степная. При этом доля видов этих ЭЦГ снижена именно экотонном районе. И поскольку выделенные эколого-флористические районы успешно согласуются с орографической и ландшафтной структурой бассейна, можно утверждать, что их эколого-ценотическая структура также является отражением физико-географической гетерогенности территории.

Границы выделенных эколого-флористических районов вполне согласуются с системой ландшафтной структурой территории, что хорошо заметно при наложении контуров элементарных районов (рисунок 8(а)), на детализированную, в пределах бассейна р. Кудьмы, схему ландшафтного районирования (Асташин и др., 2015) так же наблюдается заметное сходство в расположении границ районов.

В системе ботанико-географического районирования Горьковской (Нижегородской) области Д.С. Аверкиева (1954), выделенные нами районы выглядят следующим образом (рисунок 8(б)). Неморально-бореальный район (2) лежит в пределах Приокского дубравного подрайона и, по большей части, совпадает с ним. Экотонный район (1) занимает северо-западную часть Выксунско-Сережинского подрайона. Лесостепной – соответствует северо-восточной части Выксунско-Сережинского и северо-западной части Пьянско-Волжского подрайонов.

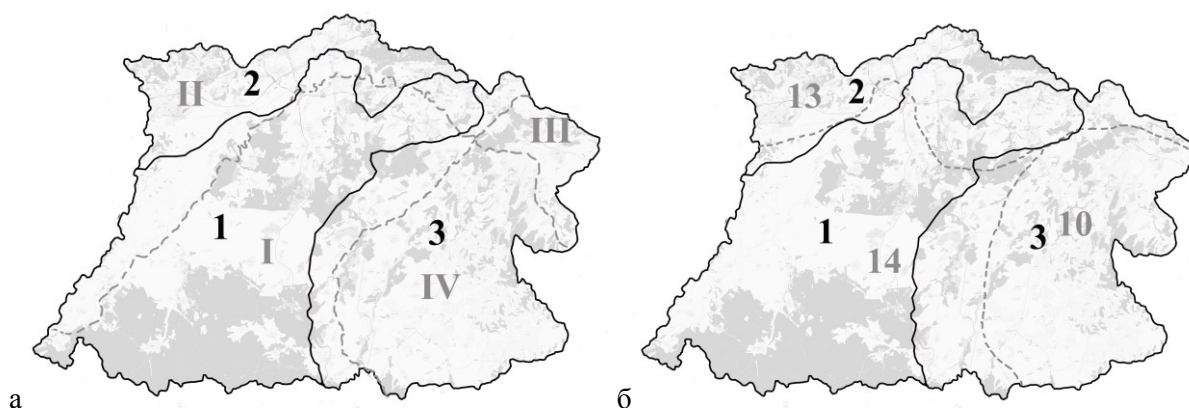


Рисунок 8. Эколого-флористические районы в системах ландшафтного (а) и ботанико-географического (б) районирования: — границы: а) ландшафтных районов (Асташин и др., 2015) и б) ботанико-географических подрайонов (Аверкиев, 1954): I – Окско-Тешское полесье, II – Приокский дубравный район, III – Лесостепное Приволжье, IV – Центральный остепненный район; 10 – Пьянско-Волжский подрайон, 13 – Приокский дубравный подрайон, 14 – Выксунско-Сережинский подрайон сосново-еловых лесов; - - - границы эколого-флористических районов: 1 – экотонный, 2 – неморально-бореальный, 3 – лесостепной

Нужно заметить, что неоднородность растительного покрова отражается отчасти и в распространении отдельных, т.н. дифференцирующих (Бубырева, 2004; Лактионов, Афанасьев, 2007; Буланный, 2011; Попченко, 2013), видов растений, многие из которых, в пределах изученной территории, находятся на границах своих ареалов. Большая часть этих границ, лежит в юго-восточной части бассейна р. Кудьмы – в пределах лесостепного элементарного района. Количество этих видов в составе сообществ увеличивается при движении с севера-запада на юго-восток. Это характерно и для всего Нижегородского Правобережья, четыре степных района которого, согласно В.В. Алехину (1935), расположены именно на юго-востоке региона.

ГЛАВА 6. Редкие виды бассейна реки Кудьмы и вопросы их охраны

В пределах бассейна р. Кудьмы были обнаружены 53 вида сосудистых растений, занесенных в Красную книгу области (2017). Это составляет почти 7% видового состава фитобиоты бассейна. Шесть из них – *Cypripedium calceolus*, *Epipogium aphyllum*, *Neottianthe cucullata*, *Orchis militaris*, *Stipa pennata*, *S. pulcherrima* – занесены в Красную книгу Российской Федерации (2008). Для 5 охраняемых видов отмечены новые местонахождения в Нижегородской области: *Botrychium lunaria*, *Carex flava*, *Orchis militaris*, *Pedicularis kaufmannii*, *Ranunculus kaufmannii*.

Большая часть редких видов (всего 21) имеют здесь северные и/или северо-западные границы своего распространения, являются представителями реликтовой степной флоры (Алехин, 1925; Порхунов, Покровский, 1927; Аверкиев, 1954). В.И. Николаевым (2003) было отмечено, что именно наличие реликтов (как видов, так и сообществ) отражает «богатую ландшафтную память» экотонов. Местообитания сосредоточены в бассейнах рек Озерки и Шавы. И в данных условиях они зачастую выступают в роли доминантов (*Stipa pennata*, *Pedicularis kaufmannii*) и ассектаторов (*Scorzonera purpurea*, *Jurinea ledebourii*) остепненных сообществ. Последнее обеспечивает существование на данной территории не только редких видов, но и редких фитоценозов, что является основой для организации и сохранения ООПТ.

В пределах выделенных эколого-флористических районов доля редких видов колеблется от 1 до 8%. Большинство видов и точек находок приурочены к лесостепному элементарному району, и это, среди прочего обуславливает сильное отличие его от двух других районов (таблица 6.1).

Таблица 6.1

**Коэффициенты сходства Сёренсена видового состава раритетного компонента
эколого-флористических районов бассейна р. Кудьмы**

Эколого-флористические районы	Бореально-неморальный (экотонный)	Неморально-бореальный	Лесостепной
Экотонный	1	0,23	0,08
Неморально-бореальный	0,23	1	0,06
Лесостепной	0,08	0,06	1

В пределах экотонного района представлен небольшой комплекс из 6 редких видов (*Botrychium lunaria*, *Carex flava*, *Coeloglossum viride*, *Cypripedium calceolus*, *Neottianthe cucullata*, *Ranunculus kauffmannii*), сосредоточенных в основном в юго-западной его части и различных по географической и эколого-ценотической приуроченности, но относящихся, в большинстве своем, к категориям уязвимых видов (от А до В1). Это эвритопные виды со сравнительно низкой конкурентоспособностью и значительной чувствительностью к изменениям экологических условий, что позволяет отнести их к числу ценофобных видов. Кроме того, среди редких видов этого района нет находящихся на границе ареала, в то время как таковые присутствуют в и неморально-бореальном, и в лесостепном районах.

На территории бассейна р. Кудьмы находятся 25 ООПТ различного статуса (рисунок 9).



Рисунок 9. Схема расположения действующих ООПТ и мест произрастания видов, занесенных в Красную книгу Нижегородской области на территории бассейна р. Кудьмы. Условные обозначения:
 — территории действующих ООПТ; ● — места находок редких видов

При этом 20 редких видов произрастают за пределами как существующих, так и предложенных к организации ООПТ, а еще 6: *Botrychium lunaria*, *Ophioglossum vulgatum*, *Najas major*, *Dactylorhiza cruenta*, *Ranunculus kauffmannii*, *Sanicula europaea* — произрастают только за пределами данных территорий.

Площадь имеющихся и проектируемых ООПТ охватывает далеко не все места произрастания охраняемых видов. В связи с этим, считаем необходимым рассмотреть возможность увеличения площади проектируемых ГПП в верхнем течении р. Озерки (и организации их охранных зон) и в верховьях р. Цедень (левобережного притока р. Шавы). А также рассмотреть возможность организации ООПТ регионального значения в верховьях р. Кудьмы.

На основании проведенных исследований и с учетом данных С.В. Бакки и А.А. Шестаковой (2014), в новом издании Красной книги Нижегородской области (2017) статус *Jurinea ledebourii* был изменен на категорию Б (уязвимые виды), для *Carex flava* установлен статус В1 (виды с естественной низкой численностью). Также предложено скорректировать статусы охраны для 3 видов: к категории Б отнести *Helictotrichon*

desertorum, *Hypericum elegans*; В2 (виды, находящиеся на границе ареала) - *Serratula lycopifolia*. К включению в Красную книгу Нижегородской области рекомендован *Cotoneaster alauuncus* - со статусом редкости Д (малоизвестный, недостаточно изученный вид).

ГЛАВА 7. Антропогенная трансформация флористических комплексов бассейна реки Кудьмы

Значительное изменение естественной растительности антропогенными ценозами способствует распространению не только аборигенных синантропных растений, но и проникновение в ФК заносных видов. Немаловажным, а зачастую и основным, процессом антропогенной трансформации фитобиоты является ее адвентизация – включение ее состав адвентивных видов растений, под которыми мы понимаем виды, занесенные на данную территорию в процессе или вследствие хозяйственной деятельности человека. Они являются наиболее динамичным компонентом растительного покрова, отражающим степень антропогенной нагрузки на растительные сообщества и экосистемы в целом.

7.1. Общая характеристика адвентивной фитобиоты. Адвентивная фракция флоры бассейна в целом представлена 240 видами, относящимся к 156 родам из 52 семействам. Среди наиболее богатых видами семейств первую тройку составляют те же, что и в спектре аборигенной фракции – *Compositae*, *Rosaceae* и *Gramineae*. По сравнению с аборигенной, в таксономической структуре адвентивной фракции почти на 4% повышена доля сложноцветных, к которым относятся многие антропофильные виды (Скворцова, Березуцкий, 2008). В целом для комплекса заносных видов флоры бассейна Кудьмы характерны широкоареальные, в настоящее время, виды, в основном, азиатского (31,7%) и северо-американского (20%) происхождения. Биоморфологическая структура фракции отличается преобладанием терофитов (38,4%), обладающих наиболее высоким адаптационным потенциалом благодаря быстро завершающемуся жизненному циклу (Березуцкий, 2010).

7.2. Анализ по времени, способу и месту заноса. При изучении особенностей распространения адвентивных видов растений в последнее время применяют классификацию их по времени и способу проникновения, а также степени их натурализации (Виноградова и др., 2009). На территории бассейна Кудьмы, по способу миграции, преобладают, составляя 57,4%, эргазиофиты – виды, преднамеренно занесенные на данную территорию и впоследствии одичавшие. По времени заноса абсолютное большинство видов (72,6%) являются кенофитами (неофитами). По степени натурализации преобладают эпекофиты, (39,7%), проникающие в самые разнообразные антропогенные местообитания. Чуть меньшим числом видов (38,8%) представлена группа колонофитов, распространение которых ограничено местом заноса. Таким образом, стабильное ядро адвентивной фракции составляет всего 10,4% всей флоры бассейна

7.3. Анализ местообитаний адвентивных видов. На территории бассейна р. Кудьмы большинство сообществ являются вторичными или хотя бы частично антропогенно измененными. Во всех типах местообитаний наблюдается проникновение в их фитоценозы адвентивных видов, но с разной долей участия в формировании видового состава. Наибольшая доля заносных видов отмечена для старых и заброшенных садов, парков, палисадников, скверов где часто встречаются эргазиофиты, большая часть которых является фанерофитами.

Сильная степень трансформации видового состава фитоценозов наблюдается в местообитаниях, связанных с транспортными путями. На таких нестабильных (Березуцкий, 2010) местообитаниях наиболее распространенными являются терофиты, для которых свойственна эксплерентная жизненная стратегия. Также значительная доля заносных видов входит в состав фитоценозов залежей и нарушенных лугов. Большинство

адвентивных видов здесь являются пациентами, хотя встречаются и явные виоленты (*Heracleum sosnovskii*, *Lupinus polyphyllus*, *Solidago canadensis*). Наименьшей долей заносных видов характеризуются лесные сообщества: здесь эдификаторы создают условия, затрудняющие проникновение в них заносных видов-эксплерентов.

7.4. Адвентизация эколого-флористических районов. Степень адвентизации, определяемая долей заносных видов, для всей территории бассейна составляет 0,24, что сходно с данными, полученными для бассейнов рек Алатырь (Чугунов, 2002), Инза (Истомина, 2012), Мокша (Силаева, 1982; Силаева и др., 2013). Хотя для выделенных эколого-флористических районов изученной территории она несколько различна: для экотонного района составляет 0,24, неморально-бореального – 0,23, лесостепного – 0,11.

Отмечено преобладание эпекофитов в лесостепном районе, который отличается большим развитием сельскохозяйственной деятельности. В остальных двух районах, включающих территории двух городов, увеличивается доля колонофитов. При этом экотонный район является неким средним вариантом распределения адвентивных видов по указанным группам: значительное участие колонофитов (как во 2-м районе) с сохранением ведущей роли эпекофитов (как в 3-м).

7.5. Факторы адвентизации фитобиоты. Ведущим фактором расселения чужеродных видов, согласно многочисленным исследованиям (Борисова, 2008; Сенатор и др., 2012), являются наземные транспортные пути наземные. Анализ распространения адвентивных видов отдельных ФК, различных по времени заноса, показал корреляцию кенофитов (относительно поздних заносов) с плотностью как автомобильных, так и железнодорожных путей (рисунок 10).

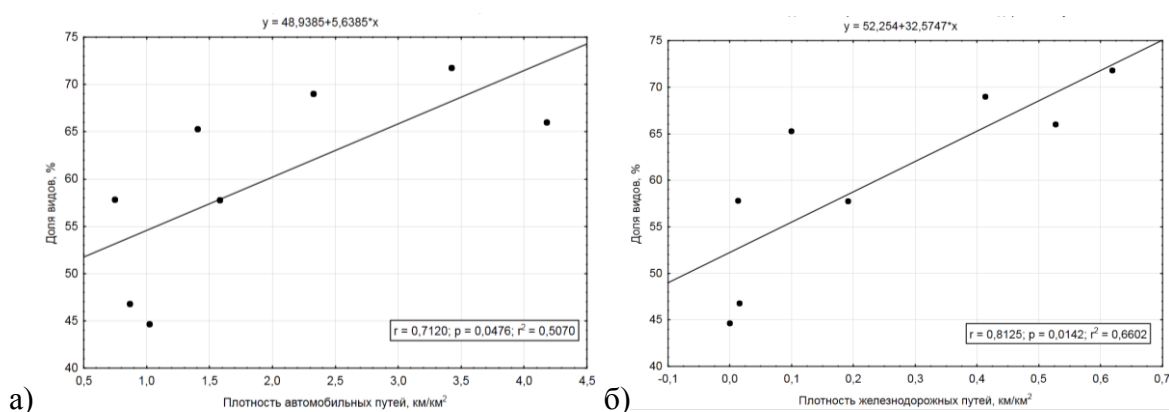


Рисунок 10. Взаимосвязь доли кенофитов с плотностью транспортных путей ($p < 0,05$): а – автомобильных; б – железнодорожных.

С этими же показателями коррелирует и степень участия в ФК эргазиофитов (рисунок 11). Это связано с частым использованием интродуцентов при организации придорожных лесонасаждений, парковых территорий населенных пунктов. Такие местообитания, как обочины, придорожные каналы, насыпи и проч., являются частыми акцепторами заносных и натурализующихся видов.

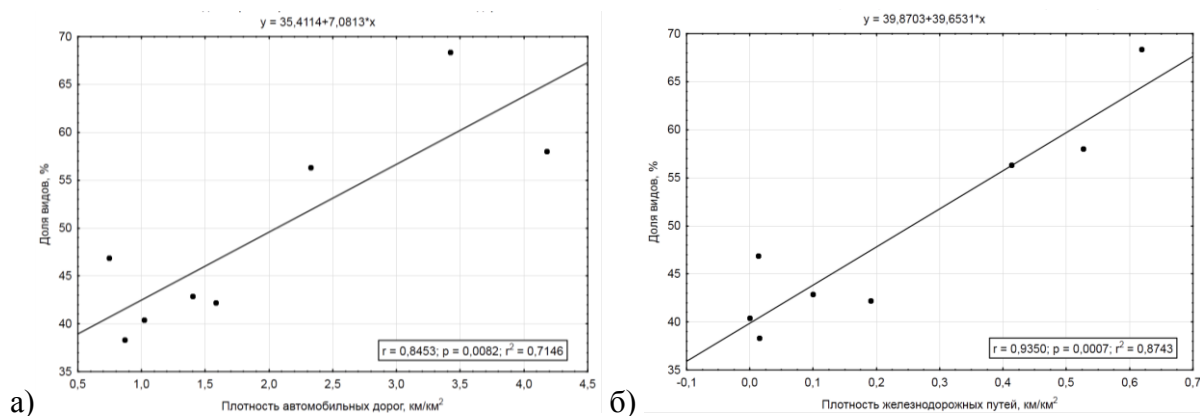


Рисунок 11. Взаимосвязь доли эргасиофитов с плотностью транспортных путей ($p < 0,05$): а – автомобильных; б – железнодорожных

Аналогичная зависимость (рисунок 12) от плотности транспортных путей отмечается и для группы колонофитов («не уходящих» далеко от мест натурализации).

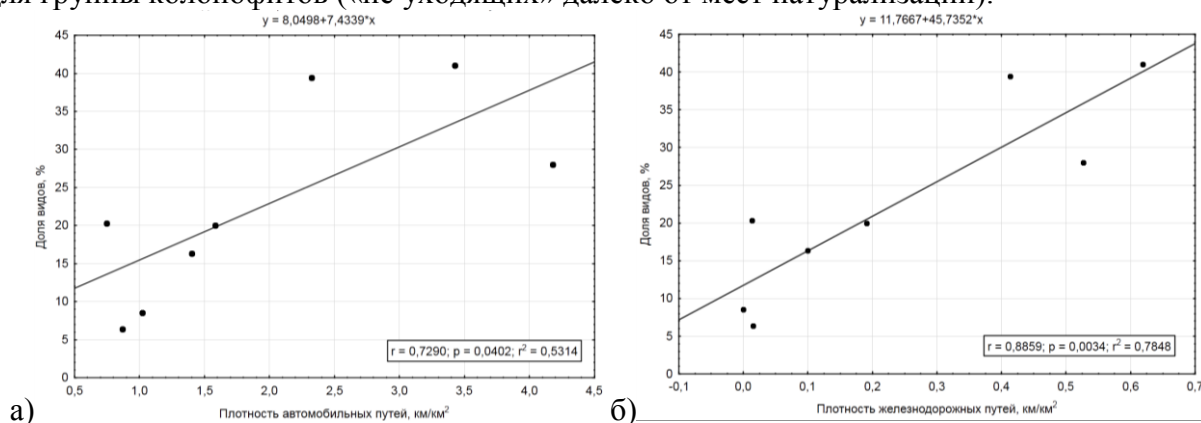


Рисунок 12. Взаимосвязь доли колонофитов с плотностью железнодорожных путей ($p < 0,05$): а – автомобильных; б – железнодорожных

Таким образом, прямой зависимостью с плотностью транспортных путей в большей степени связаны сравнительно поздние, изначально намеренно интродуцированные виды, активно «использующие» эти каналы миграции. Подобной корреляции для других групп инвазивных видов в нашем исследовании выявлено не было.

7.6. Предложения по ведению «Черной книги» Нижегородской области. В пределах изученной нами территории среди наиболее активных адвентивных видов, т.н. видов-трансформеров, можно отметить следующие: *Acer negundo*, внедряющийся в разреженные лиственные и смешанные леса, а также встречающийся по долинам рек; *Elodea canadensis*, встречающаяся во всех типах водоемов и практически на всей территории бассейна; *Heracleum sosnowskii*, образующий значительные по площади популяции в придорожных канавах, а также некоторых лесонасаждениях; *Lupinus polyphyllus*, активно распространяющийся по залежам, а также заходящий на открытые склоны долин; *Solidago canadensis*, произрастающий не только по залежам, но и заселяющий опушки и молодые сосняки; *Echinocystis lobata*, распространенный не только по сорным местам и садовым массивам, но и различным пойменным фитоценозам. Согласно последним рекомендациям (Виноградова, Майоров, Хорун, 2009), эти виды рекомендованы для внесения в региональную «Черную книгу» с категорией 1 – активно внедряющиеся во вторичные естественные и полуестественные сообщества, изменяющие

облик и природу экосистем, нарушающие сукцессионные связи, становящиеся эдификаторами, образующие одновидовые заросли, препятствуя возобновлению видов природной флоры. Данные виды, являются на территории бассейна ярко выраженными агрофитами, жизненная стратегия которых, согласно классификации ценофитов Л.Г. Раменского (1938), близка к виолентам. К категории 2 относятся адвентивные виды, расселяющиеся и натурализующиеся по нарушенным, полуестественным и естественным местообитаниям. К этой группе следует отнести: *Amelanchier ovalis*, *A. spicata*, *Impatiens glandulifera*, *I. parviflora*, *Acorus calamus*, *Hippophae rhamnoides*, *Sambucus racemosa*. В категорию 3 (адвентивные виды, в настоящее время активно расселяющиеся и натурализующиеся по нарушенным местообитаниям) рекомендуем внести *Erigeron annuus*, *E. strigosus*, *Populus alba*, *P. balsamifera*, *Galega orientalis*.

ГЛАВА 8. Основные тенденции динамики растительного покрова и проблема его адвентизации

Уже начало XX столетия была отмечена пестрота растительности востока и юго-востока бассейна р. Кудьмы, значительная нарушенность лесов в западной его части: территория бассейна уже была в значительной степени антропогенно трансформированной вследствие сведения лесов, распашки сельхозугодий, пасквальной нагрузки и т.д.

В целом за последние 50 лет на обследованной территории не были обнаружены виды, следующих эколого-ценотических групп: лесные виды (*Carex rhizina*, *Neottia nidus-avis*, *Viola selkirkii* и др.); степные виды (*Alchemilla decalvans*, *Dianthus campestris*, *Vicia cassubica* и др.); луговые виды (*Allium angulosum*, *Gentiana amarella*, *Valeriana wolgensis* и др.); флуктуирующие виды (*Elatine hydropiper*, *Najas major* и др.). С одной стороны, возрастающая антропогенная нагрузка вытесняет лесные виды с естественной низкой численностью популяций и слабой конкурентоспособностью. С другой стороны, снижение, в частности, сенокосения и выпаса скота, ведет к залесению склонов, что способствует выпадению степных видов и «мезофитизации» сообществ. А изменение гидрологического режима вследствие организации мелиоративных сетей на низинных пойменных болотах, вероятно, повлекло за собой исчезновение ряда прибрежно-водных и болотных видов.

Значительное изменение естественной растительности за счет антропогенных ценозов способствует сильной фрагментации растительного покрова и унификации флористических комплексов. В настоящее время несколько изменяются, при участии чужеродных видов, основные показатели флористического состава: повышается роль *Rosaceae* и *Leguminosae*. В биоморфологической характеристике вдвое возрастают доли нанофанерофитов и терофитов. В географическом спектре весовое значение приобретают североамериканская, южноевропейская и западноазиатские зональные группы.

Показатель автономности флоры (Малышев, 1969), равный -0,04, свидетельствует о преобладании миграционных процессов во флорогенезе, что связано как с экотонным положением территории, так и с антропогенной трансформацией её. В то же время доля видов ведущих 10 семейств, составляющая 57,9 %, – соответствует естественным флорам средней полосы лесной зоны России (Шадрин, 2000). Это обусловлено значительной устойчивостью биоценозов, которая обеспечивается сложностью и высоким биоразнообразием (Неронов, 2008), эволюционно сложившимися механизмами поддержания видового состава и состояния популяций видов в неустойчивой среде, в т.ч. отягощенной и антропогенной нагрузкой (Залетаев, 1997). Нужно отметить, что приведенные цифры близки к пограничным значениям, и при дальнейшем активном внедрении чужеродных видов в растительные сообщества, показатели могут измениться в пользу еще более сильной адвентизации ФК.

Одной из важнейших характеристик пространственной структуры фитобиоты является насыщение видового богатства территории (Гелашвили и др., 2013). Если говорить о влиянии на этот показатель адвентивного компонента флоры, то в целом картина зависимости числа видов от площади выдела сходна как для аборигенного и адвентивного компонента в отдельности, так и для общей флоры бассейна р. Кудьмы (рисунок 13).

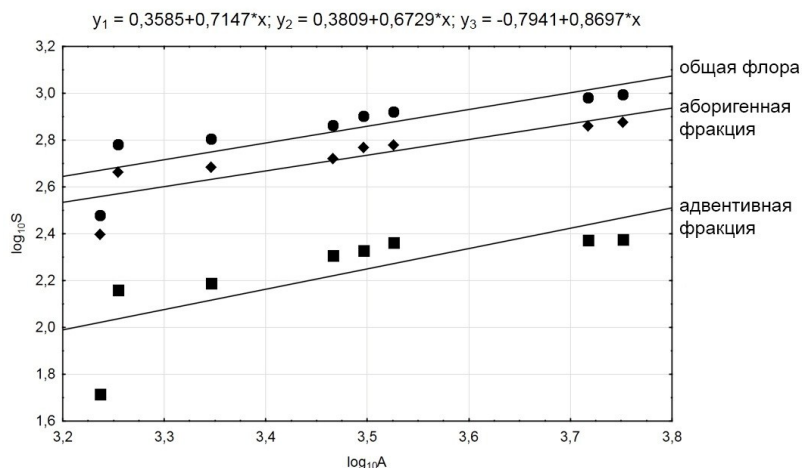


Рисунок 13. Графики зависимости «число видов (S) – площадь (A)» для общей флоры (1), аборигенной (2) и адвентивной (3) фракций в бигарифмических координатах

Насыщение адвентивными видами по происхождению происходит быстрее с увеличением площади выдела: значение показателя Z составляет 0,67 для аборигенной фракции и 0,87 – для адвентивной. Это определяется большей динамичностью и меньшей целостностью адвентивной фракции (Борисова, 2008; Нотов, Нотов, 2009). За счет этого процессы адвентизации увеличивают этот показатель и для общей флоры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный в данной диссертационной работе материал обобщает данные о видовом составе флористических комплексов бассейна реки Кудьмы, лежащего в пределах бореального экотона и обладающего значительной ландшафтной неоднородностью территории. Анализ сходства видового состава выделенных ФК позволил определить их дифференциацию и провести ее эколого-флористическое районирование, что в свою очередь позволяет детализировать границы ботанико-географических подрайонов, проходящих в пределах изученной территории. Выполненная обработка гербарного и литературного материала, наряду с проведенными полевыми работами, позволяет актуализировать видовой состав растительного покрова бассейна реки Кудьмы, что показывает необходимость регулярных исследований и инвентаризации флоры какой-либо территории. Об этом свидетельствуют, среди прочего, находки видов, не указанных ранее как для изученной территории, так и для Нижегородской области в целом.

Наряду со значительным количеством редких, реликтовых элементов, флористическое богатство изученной территории на четверть представлено адвентивными видами. Анализ адвентизации флористических комплексов показывает, что включение в их состав элементов чужеродных флор оказывает значительное влияние на таксономическую, экологическую, географическую и эколого-ценотическую структуру, а также на процессы динамики флоры. Согласно современной классификации, отмечено преобладание эгазиофитов и эпекофитов, а основными сообществами-акцепторами являются селитебные территории и местообитания, приуроченные к транспортным путям. С последними связано увеличение доли эргазио- и колонофитов.

В связи с этим, выявление и мониторинг распространения адвентивных видов, что отражает интенсивность хозяйственного освоения и степень антропогенной трансформации территории, является важным аспектом детального изучения флористического разнообразия. Полученные в рамках настоящей работы данные об участии целого ряда адвентивных видов в формировании флористических комплексов позволяют обобщить данные, необходимые для дальнейшего изучения чужеродной флоры Нижегородской области. В дальнейшей перспективе эти материалы могут быть использованы для формирования списка видов планируемой «Черной книги» флоры Нижегородской области и распределения их по категориям в соответствии со степенью натурализации, а также разработки мер контроля и регуляции численности их популяций.

ВЫВОДЫ

1. Флористические комплексы бассейна р. Кудьмы представлены 752 видами из 90 семейств. Их состав и структура соответствуют зональному положению территории, они сходны по экологическим, эколого-ценотическим и географическим спектрам, но имеют различия в видовом составе и по участию в его формировании отдельных групп видов, что обусловлено ландшафтно-географической неоднородностью экотона.

2. Флористические комплексы бассейна реки Кудьмы дифференцируются по видовому составу, отражая эколого-ценотическую и географическую гетерогенность бореального экотона. Анализ видового сходства флористических комплексов изученной территории позволил выделить в пределах изученной территории три эколого-флористических района – экотонный, неморально-бореальный и лесостепной. При этом экотонный район отличается сравнительно высоким видовым богатством и, в то же время, наименьшим сходством видового состава входящих в него ФК. Это позволяет судить о высоком бета-разнообразии (разнообразии сообществ) и большем проявлении экотонности данной территории.

3. Границы выделенных эколого-флористических районов согласуются с ландшафтным районированием территории, а также позволяют конкретизировать границы смежных ботанико-географических районов, попадающих в пределы изученной территории.

4. В пределах бассейна р. Кудьмы произрастает 53 вида сосудистых растений, занесенных в Красную книгу Нижегородской области (2005), шесть из которых включены в Красную книгу Российской Федерации (2008). Большая их часть находится здесь на границе своего распространения и связана с реликтовыми степными сообществами. Отмечено, что в экотонном эколого-флористическом районе нет находящихся на границе ареала редких видов, присутствует лишь небольшой комплекс охраняемых видов, различных по географической и эколого-ценотической приуроченности. Большая их часть относится к категориям уязвимых и угрожаемых и является т.н. ценофобами.

5. Площадь существующих ООПТ охватывает далеко не все места произрастания охраняемых видов. Необходимо рассмотреть возможность увеличения площади некоторых ООПТ и организации новых. Для охраняемых степных и остепненных участков в качестве меры охраны рекомендована умеренная хозяйственная деятельность для предотвращения деградации травянистых сообществ и облесения местообитаний.

6. Адвентивная фракция фитобиоты бассейна р. Кудьмы представлена 240 видами, степень адвентизации изученной территории составляет 0,24. По времени заноса абсолютное большинство видов (72,1%) являются кенофитами (неофитами), по способу миграции – эргазифитами (57,9%), по степени натурализации – эпекофитами (39,2%). Отмечены различия в представленности видов указанных групп в фитобиоте выделенных эколого-флористических районов. При этом экотонный район является средним вариантом распределения адвентивных видов по указанным группам: значительное

участие колонофитов (как в неморально-бореальном) с сохранением ведущей роли эпекофитов (как в лесостепном).

7. Установлена достоверная корреляция распространения отдельных групп чужеродных видов, а именно кенофитов, эргазиофитов, а также колонофитов, с плотностью автомобильных и железнодорожных путей – ведущих факторов антропогенной трансформации растительного покрова. К внесению в планируемое издание «Черной книги» Нижегородской области предложено 18 заносных видов с разной активностью расселения и внедрения в нарушенные и полунарушенные местообитания.

8. Флористические комплексы бассейна р. Кудьмы сохраняют естественную таксономическую структуру даже в условиях постоянной антропогенной нагрузки. Но в процессах динамики фитобиоты в настоящее время отмечается преобладание миграционных процессов (показатель автономности флоры равен -0,04), что связано как с экотонным положением, так и с трансформацией растительного покрова, основным фактором которой является внедрение в ее состав заносных видов растений. Адвентизация флористических комплексов проявляется и в изменении некоторых показателей в таксономической, экологической, географической и пространственной структуре флоры.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в журналах, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования

1. **Бирюкова, О.В.** Два новых вида адвентивных прибрежно-водных растений для флоры Нижегородской области / **О.В. Бирюкова**, И.Л. Мининзон // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. – 2010. – Т. 115. Вып. 6. – С. 75.

2. **Бирюкова, О.В.** О распространении *Caulinia minor* (All.) Coss. et Germ. (Hydrocharitaceae, Liliopsida) на территории Нижегородской области / **О.В. Бирюкова**, А.А. Шестакова, Е.А. Беляков, Э.В. Гарин // Поволжский экологический журнал. – 2017. – № 3. – С. 251 – 259.

3. Широков, А.И. *Cotoneaster alaunicus* Golitsin – новый вид для флоры Нижегородской области / А.И. Широков А.И., В.В. Сырова, **О.В. Бирюкова**, С.С. Исаев // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. – 2019. – Т. 124. Вып. 6. – С. 57.

4. Bakka, S.V. Actual problems of biodiversity conservation in the central Russian Plain forest-steppe / S.V. Bakka, N.Y. Kiseleva, A.A. Schestakova, **O.V. Biryukova** // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021. – 817(1), 012010. – DOI: 10.1088/1755-1315/817/1/012010

Статьи в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК

5. **Бирюкова, О.В.** Географические и экологические особенности натурализации культивируемых видов растений в бассейне р. Кудьмы (Нижегородская область) / **О.В. Бирюкова**, В.П. Воротников, И.Л. Мининзон // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2014. – № 2. Вып. 1. – С. 116 – 121.

6. **Бирюкова, О.В.** Особенности распространения и некоторые проблемы охраны редких видов растений Нижегородской области в бассейне реки Кудьмы / **О.В. Бирюкова**, В.П. Воротников // Вестник Чувашского педагогического Университета им. И.Я. Яковлева. Чебоксары – 2014. № 3 (83). – С. 23 – 28.

7. **Бирюкова, О.В.** Семейство Orchidaceae во флоре Нижегородской области / **О.В. Бирюкова**, В.П. Воротников, И.Л. Мининзон // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2014. – № 3. Вып. 3. – С. 16 – 25.

Монографии

8. Красная книга Нижегородской области. – Т. 2 : Сосудистые растения, моховидные, водоросли, лишайники, грибы / С.В. Бакка, **О.В. Бирюкова**, **С.С. Веретенников**, **В.И. Волкорезов**, В.П. Воротников, М.В. Мокроусов, А.Н. Петрова, М.Е. Походяева, Р.Е. Романов, В.А. Спирин, В.В. Сырова, И.Н. Урбанавичене, С.П. Урбанавичуте, Г.П. Урбанавичюс, Т.Р. Хрынова, А.В. Чкалов, А.А. Шестакова, А.И. Широков, Г.А. Юлова; науч. ред. А.В. Чкалов. 2-е изд., перераб. и доп. – Калининград: Изд. дом «РОСТ-ДООАФК», 2017. – 304 с.

Материалы, труды, тезисы

международных, всероссийских и региональных конференций

9. **Жовина (Бирюкова), О.В.** Растительность остепненных склонов долины р. Шава Кстовского района Нижегородской области / **О.В. Жовина (Бирюкова)** // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: материалы III Всероссийской научной конференции (Йошкар-Ола, Пущино, 2008 г.). – 2008. – С. 525 – 527.

10. **Жовина (Бирюкова), О.В.** Растительность остепненных склонов Нижегородско-Княгининского степного района (на примере долины р. Шава Кстовского района Нижегородской области) / **О.В. Жовина (Бирюкова)** // Нижегородская сессия молодых ученых. Естественнонаучные дисциплины (13; 2008). – 2008. – С. 35 – 36.

11. **Жовина (Бирюкова), О.В.** Особенности ценофлоры эуксеромезофитных лугов Нижегородско-Княгининского степного района Нижегородской области / **О.В. Жовина (Бирюкова)** // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Изучение растительных ресурсов Волжско-Камского края»: сборник научных трудов конференции (Чебоксары, 2008). – 2008. – С. 46 – 49.

12. **Жовина (Бирюкова), О.В.** Влияние сельскохозяйственной деятельности человека на состояние популяций некоторых редких лугово-степных видов растений в бассейне реки Кудьмы (Нижегородская область) / **О.В. Жовина (Бирюкова)**, И.Л. Мининзон // Мат. Международной науч. конф. «Растительность Восточной Европы: классификация, экология и охрана» (Брянск, 2009 г.). – 2009. – С. 84 – 85.

13. **Жовина (Бирюкова), О.В.** Особенности распространения редких и охраняемых видов растений Нижегородской области в бассейне р. Кудьмы / **О.В. Жовина (Бирюкова)**, И.Л. Мининзон // Раритеты флоры Волжского бассейна: доклады участников российской научной конференции (г. Тольятти, 12-15 октября 2009 г.). – 2009. – С. 46 – 48.

14. **Жовина (Бирюкова), О.В.** Натурализация культурных растений в бассейне р. Кудьмы (Нижегородская область) / **О.В. Жовина (Бирюкова)**, И.Л. Мининзон // Изучение растительных ресурсов Волжско-Камского края: сборник научных трудов. (Чебоксары, 2010 г.). – Вып. 1. – С. 31 – 32.

15. **Жовина (Бирюкова), О.В.** Новые находки мест обитания некоторых видов высших сосудистых растений Красной книги Нижегородской области / **О.В. Жовина (Бирюкова)**, И.Л. Мининзон // Редкие виды живых организмов Нижегородской области: Сборник рабочих материалов Комиссии по Красной Книге Нижегородской области. – 2010. – Вып. 2. – С. 45 – 46.

16. **Жовина (Бирюкова), О.В.** Натурализация культурных растений как фактор изменения флористического разнообразия в бассейне р. Кудьмы (Нижегородская область) / **О.В. Жовина (Бирюкова)**, И.Л. Мининзон // Научные труды государственного природного заповедника «Присурский»: Материалы III Международной научно-практической конференции «Роль особо охраняемых природных территорий в сохранении биоразнообразия» (25-26 ноября 2010 г., Россия, г. Чебоксары). – 2010. – С. 50 – 52.

17. **Бирюкова, О.В.** О распространении заносных растений в бассейне р. Кудьмы (Нижегородская область) / **О.В. Бирюкова**, И.Л. Мининзон // Проблемы

изучения адвентивной и синантропной флор России стран ближнего зарубежья: Материалы IV международной научной конференции. – 2012. – С. 25 – 26.

18. **Бирюкова, О.В.** Редкие водные и болотные растения бассейна р. Кудьмы (Нижегородская обл.) / **О.В. Бирюкова**, В.П. Воротников, И.Л. Мининзон // Биоэкологическое краеведение: мировые, российские и региональные проблемы: Материалы 2-й Всероссийской научно-практической конференции с Международным участием, посвященной 110-летию юбилею доктора биологических наук, профессора Д.Н. Флорова и 75-летию юбилею кандидата биологических наук, профессора М.С. Горелова (14 октября 2013, г. Самара). – 2013. – С. 47 – 51.

19. **Бирюкова, О.В.** Изучение флористического разнообразия старых парков бассейна р. Кудьмы и проблемы их ландшафтного преобразования / **О.В. Бирюкова**, И.Л. Мининзон // Ландшафтная архитектура 2014. Город и парк: материалы X научно-практической конференции (Н. Новгород, 2014 г.) – 2014. – С. 39 – 41.

20. **Бирюкова, О.В.** Новые находки двух «краснокнижных» видов сем. Orchidaceae в Правобережье Нижегородской области / **О.В. Бирюкова** // Редкие виды живых организмов Нижегородской области: Сборник рабочих материалов Комиссии по Красной книге Нижегородской области. – 2014. – Вып. 4. – С. 74.

21. Мининзон, И.Л. Новые местонахождения видов сосудистых растений Красной книги Нижегородской области / И.Л. Мининзон, **О.В. Бирюкова**, О.О. Бондарев, М.С. Киселева, Т.А. Ларина, Т.А. Модина, М.В. Сидоренко, Н.В. Соболев // Редкие виды живых организмов Нижегородской области: Сборник рабочих материалов Комиссии по Красной книге Нижегородской области. . – 2014. – Вып. 4. – С. 27 – 29.

22. **Бирюкова, О.В.** Гербарий Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского: прошлое и настоящее / **О.В. Бирюкова** // Ботанические коллекции – национальное достояние России: сб. науч. ст. Всерос. (с междунар. участием) науч. конф., посвящ. 120-летию Гербария имени И.И. Спрыгина и 100-летию Русского ботанического общества (г. Пенза, 17-19 февраля 201 г.). – 2015. – С. 18 – 20.

23. **Бирюкова, О.В.** Изучение флоры региона и проблемы провинциального гербария / **О.В. Бирюкова**, И.Л. Мининзон // Ботанические коллекции – национальное достояние России: сб. науч. ст. Всерос. (с междунар. участием) науч. конф., посвящ. 120-летию Гербария имени И.И. Спрыгина и 100-летию Русского ботанического общества (г. Пенза, 17-19 февраля 201 г.). – 2015. – С. 203 – 204.

24. **Бирюкова, О.В.** Таксономическая структура «водного ядра» флоры бассейна реки Кудьмы (Нижегородская область) / **О.В. Бирюкова**, В.П. Воротников // Гидробиотаника 2015: материалы VIII Всероссийской конференции с международным участием по водным макрофитам, п. Борок, 16 – 20 октября 2015 г. – 2015. – С. 75 – 76.

25. **Бирюкова, О.В.** Основные направления изучения флоры Нижегородской области в ННГУ в 2010 - 2015 гг. / **О.В. Бирюкова**, А.А. Шестакова, В.П. Воротников // Флористические исследования в Средней России: 2010 - 2015: материалы VIII науч. совещ. по флоре Средней России (Москва, 20 - 21 мая). – 2016. – С. 20 – 21.

26. **Бирюкова, О.В.** Флористические находки на территории Нижегородской области в 2014-2015 гг. / **О.В. Бирюкова**, А.А. Шестакова, В.П. Воротников // Фиторазнообразие Восточной Европы. – 2016. – Т. X, вып. 1. – С. 149 – 150.