

Форма 1. КРАТКИЙ НАУЧНЫЙ ОТЧЕТ

- 1.1. 09-04-97547
- 1.2. Стародубцева Елена Анатольевна
- 1.3. Исследование сукцессионных систем растительного покрова Усманского бора в целях сохранения биоразнообразия и организации рационального природопользования в лесах Воронежской области
- 1.4. р_центр_a - Региональный конкурс ЦЕНТР
- 1.5. 2010
- 1.6. итоговый (2009-2010)
- 1.7. Цель проекта – исследование сукцессионной динамики растительности Воронежского заповедника (ВГПБЗ) с учетом ландшафтной организации территории, выявление механизмов поддержания биоразнообразия растительного покрова.

В ходе выполнения проекта была уточнена существовавшая ранее схема ландшафтной организации заповедника. На основе бассейнового подхода было выделено 13 ландшафтных уровней (ЛУ), на 11-ти из них была проанализирована динамика растительного покрова. Для расчетов использовались данные 1097 геоботанических описаний разных лет (1929-2010 гг.), классифицированных по типам сообществ (Стародубцева, Ханина, 2009) и по ландшафтной принадлежности.

Количественный анализ всего массива описаний не выявил приуроченности типов сообществ и эколого-ценотических групп видов растений к ЛУ (за исключением пойм). Разделение массива описаний на 3 временных периода, соответствующих началу, середине заповедания и современному этапу, позволило оценить в целом динамику растительности в ЛУ, выявить общие и специфические закономерности динамики, механизмы поддержания биоразнообразия растительного покрова.

Показано, что на момент заповедания единственным типом сообщества, распространенным во всех ЛУ, за исключением пойм, был лугово-боровой эколого-ценотический тип, что определялось высокой степенью антропогенной нарушенности территории. Применение метода MRPP показало, что растительность большинства ЛУ значимо не различалась между собой на момент заповедания, но с течением времени растительность на разных ЛУ становилась все более различной.

В целом на территории наблюдается снижение альфа-разнообразия растительности, увеличение бета- и гамма-разнообразия. В растительном покрове наблюдается возрастание числа и доли неморальных видов во всех ярусах лесных сообществ, уменьшение доли степных видов, видов сухих лугов и сухих боров; незначительное увеличение ценотического разнообразия.

Показано, что на территории ВГПБЗ происходят одновременно процессы демулационного и аллогенного развития. Последние обусловлены прерыванием восстановительной сукцессии экзогенными воздействиями – периодическими пожарами, выпасом, сенокошением. Выявлены ЛУ с доминированием одних и других процессов. Показано, что вследствие высокой нарушенности территории на момент заповедания 80-летнее сукцессионное развитие растительности не успело привести к формированию лесных экосистем с выраженными базовыми признаками климаксных сообществ – наличием хорошо сформированной оконной мозаики, ветровально-почвенных комплексов разного возраста. Можно ожидать, что с течением времени при отсутствии экзогенных нарушений на исследуемой территории будут постепенно формироваться такие сообщества с высоким структурным разнообразием, с развитой мозаикой микроместообитаний, являющейся условием спонтанного поддержания высокого видового разнообразия. На настоящее время высокое эколого-ценотическое и видовое разнообразие растительности поддерживается экзогенными воздействиями.

- 1.8. Воронежский государственный природный биосферный заповедник

Форма 2. КРАТКИЙ НАУЧНЫЙ ОТЧЕТ

- 2.1. 09-04-97547
- 2.2. Starodubtseva Elena Anatoljevna
- 2.3. Research of vegetation succession in Usmanskiy Bor for biodiversity conservation and sustainable forest management in Voronezh region
- 2.4. 2010
- 2.5. 1
- 2.6. The project objectives were (i) to research a forest succession in the Voronezhsky reserve with landscape structure considering, and (ii) to define mechanisms of plant diversity maintenance.

We refined a previous system of the reserve landscape structure and defined 13 landscape units (LUs) on the base of the basin approach. Vegetation dynamics was analyzed for 11 LUs. All releves (n=1097) of 1929-2010 was processed to link each releve with a LU. Analysis of the whole set of releves by DCA, NMDS, and Kruskal-Wallis rank test didn't reveal relations between vegetation and LUs (with the exception of the floodplain LU). Then we have split the whole set of the releves into 3 parts in accordance with a time of the filed data collection. Time periods corresponding the beginning of the reserve foundation (1930s-1940s), the middle time (1960s), and the current time (1980s-till the present) were considered. Then we have analyzed dynamics of all vegetation diversity parameters for each LU for the each time span.

It was shown for the Time 1st that a single vegetation type occurs over the all LUs, with the exception of floodplains. It was a meadow-pine ecological-coenotic vegetation type which spread widely owing to a high level of anthropogenic disturbances in the area precedes the reservation. Results of MRPP showed no significant differences in vegetation structure between the most pairs of LUs at the Time 1st. However, vegetation in various LUs became more distinct during the time.

For the whole area, alfa-diversity of the vegetation decreased, beta-diversity and gamma-diversity increased from the Time 1st to the Time 3rd. Number and proportion of nemoral species increased at all layers of forest communities, proportion of steppe species, dry meadow and dry pine forest species decreased, coenotic diversity (a number of community types) increased insignificantly. The analysis showed that at the reserve area both processes of demutational development and allogenic development occur at the same time. Demutational development means a successive restoration of vegetation cover after disturbances. Allogenic development is a process conditioned by interruptions of a successive restoration of vegetation by exogenous impacts (recurrent fires, grazing, haying, catastrophic windfall). LUs with predominance either process were revealed. It was shown that successional development of vegetation during 80 years after the reservation didn't lead to forming a forest ecosystem with basic features of climax communities as well-formed gap mosaic and 'pit and mound topography' caused by tree falls with uprooting. One expects that without exogenous disturbances the communities with high level of structure diversity and well-developed microsites mosaics maintained a high level of species diversity will be formed in the area gradually. For the current time, exogenous disturbances are capable to support high level of the vegetation diversity.

- 2.7. Voronezhskiy Natural Reserve

Форма 503. РАЗВЕРНУТЫЙ НАУЧНЫЙ ОТЧЕТ

- 3.1. 09-04-97547
- 3.2. Исследование сукцессионных систем растительного покрова Усманского бора в целях сохранения биоразнообразия и организации рационального природопользования в лесах Воронежской области
- 3.3. 04-170 04-120 05-718 05-740
- 3.4. Целью проекта является исследование сукцессионной динамики растительности Воронежского заповедника, условий сохранения биоразнообразия и функционирования природных комплексов островных лесов по долинам рек в лесостепи. Проект был направлен на усиление эффективности заповедного режима, а также предполагал разработку принципов организации рационального природопользования в лесах Воронежской области.
- 3.5. Задачи, предусмотренные проектом, выполнены практически полностью. Уточнена ландшафтная организация территории заповедника; проанализирована взаимосвязь ландшафтной структуры и динамики растительности; выявлены факторы, оказывающие воздействие на биоразнообразие растительного покрова и определяющие специфику динамики растительности в ландшафтных разностях анализируемой территории. В ходе выполнения проекта его задачи были расширены – была разработана основа геоинформационной системы (ГИС) Воронежского заповедника.
- Вместе с тем, заявленная ранее прикладная задача – разработка принципов организации рационального природопользования в лесах Воронежской области – не была выполнена полностью вследствие сложностей работы с регионом: финансовые средства за 2009 г. были получены с большой задержкой (30 декабря 2009 г.), а в 2010 г. финансирования проекта еще не было. Разработка концепции устойчивого природопользования и сохранения биологического разнообразия в островных лесах лесостепи подается нами в качестве «практического использования результатов законченного проекта РФФИ» (см. форму 511).
- 3.6. 1) Уточнены ландшафтные единицы территории, выделенные ранее на основе бассейнового подхода (Использование GPS..., 2006; Трегубов и др., 2007). Путем привлечения дополнительных данных о геоморфологии, уровне залегания грунтовых вод и о типах рельефа, выделенных М.П. Скрыбиным (1944), в ходе выполнения проекта была модифицирована ландшафтная карта заповедника – были выделены дополнительные ландшафтные уровни (ЛУ), в некоторых случаях границы ЛУ были пересмотрены. В результате на территории Воронежского заповедника было выделено 13 ландшафтных разностей, соответствующих ЛУ (рис. 1), описаны их физико-географические особенности. В связи с недостаточным количеством геоботанического материала по двум ЛУ (пойма р. Воронеж и первая надпойменная терраса р. Воронеж, всего 9 % территории) в работе анализируется динамика растительного покрова 11-ти ЛУ.
- 2) Создана единая электронная база данных, совмещающая геоботанические описания растительности с ландшафтной характеристикой территории. Имеющаяся база данных пополнена новыми геоботаническими описаниями. Общее число описаний в базе данных на настоящий момент – 1097.
- 3) На основе разработанной ранее классификации растительности Воронежского заповедника (Стародубцева, Ханина, 2007, 2009) завершена классификация имеющегося геоботанического материала.

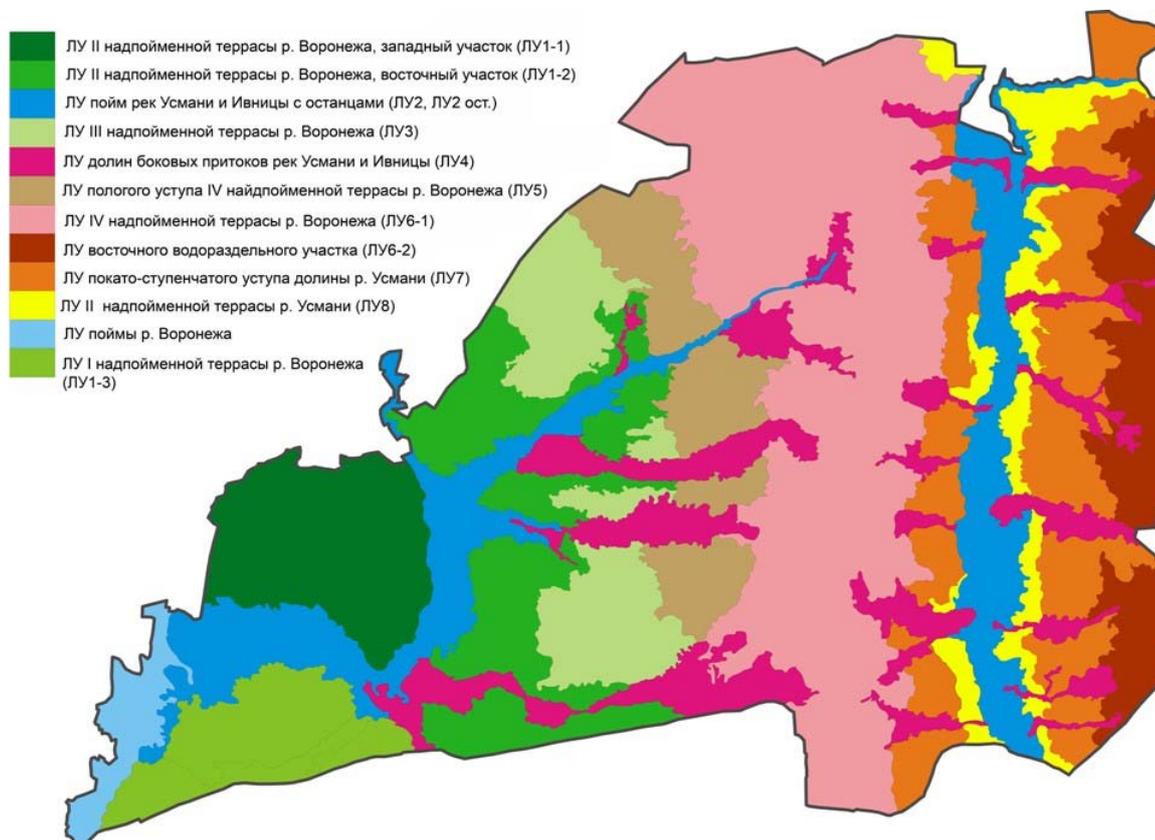


Рис. 1. Схема ландшафтной структуры территории Воронежского заповедника

4) Собран и проанализирован материал по истории природопользования исследуемого района в дозаповедный период – со времени первых поселений людей на анализируемой территории, датируемых сарматским периодом (I-II вв. н.э.), до передачи северной части Усманского бора Воронежскому заповеднику в 1936 г.

5) Проанализирована взаимосвязь всех геоботанических описаний растительности, собранных на исследуемой территории с 1929 г. по настоящее время, с выделенными ЛУ. При анализе всего массива описаний не выявлено статистически значимой приуроченности растительных сообществ и эколого-ценотических групп видов растений к ЛУ, помимо растительных сообществ с нитрофитным эколого-ценотическим типом почвенного покрова к ЛУ пойм рек Усмани и Ивницы (ЛУ 2).

6) Разделение всего массива описаний на три временных периода позволило получить вполне интерпретируемые результаты по характеристике и динамике растительности каждого ЛУ (см. ниже). Анализировалось состояние растительности на трех временных этапах: I этап – 1930-1940 гг., II этап – середина 1960-х гг., III этап – середина 1980-х гг. - 2010 г. Была оценена пространственно-временная динамика показателей альфа, бета и гамма разнообразия растительности. Сделано предположение о факторах, влияющих на динамику показателей биоразнообразия растительности в каждом ЛУ.

7) Важным результатом работы по проекту, имеющим практическую значимость для совершенствования деятельности Воронежского заповедника по охране территории, по организации научно-исследовательских работ с использованием бассейнового подхода, является создание ГИС заповедника. В рамках настоящего проекта создана топоснова (растровая топографическая карта, привязанная к

системе координат), цифровая карта – план лесонасаждений по данным лесной таксации 1991 г., связанная с соответствующей атрибутивной базой данных.

8) Подготовлены научные публикации по результатам выполнения проекта: подготовлена серия статей в реферируемые журналы; весь материал по ландшафтной структуре территории, истории природопользования и пространственно-временной характеристике динамики растительности заповедника подготовлен для издания в виде коллективной монографии.

Анализ исторических документов показал, что в исследуемом регионе разнообразная интенсивная эксплуатация некогда обширных лесных земель в течение XVII-XVIII вв. привела к тому, что к сер. XIX в. на всей территории Усманского бора практически не было деревьев старше 30 лет, 75% всей покрытой лесом площади занимали леса с преобладанием березы; в лесах повсеместно был распространен интенсивный выпас домашнего скота. После проведения первого лесоустройства в 1869 г. основной задачей лесного хозяйства стало восстановление сосны «на пригодных для нее почвах». В 1936 г. при передаче территории заповеднику распределение общей площади 30 770 га выглядело следующим образом: лесная площадь составляла 29 474 га (в т.ч. 27 914 га лесопокрытая), нелесная площадь (пахотные угодья, сенокосы, неудобья, воды, болота, пески) – 1 296 га. Нарушенность отдельных частей территории предшествующей хозяйственной деятельностью была столь велика, что на них были отмечены «полузадернелые пески с котловинами выдувания» (Таксационное описание..., 1937). Более 50% древостоев были представлены молодняками (табл. 1).

Таблица 1

Возрастной состав древостоя Воронежского заповедника по преобладающим породам (по данным 1936 г.)

Преобладающая порода	Молодняки, площадь (га)	Средневозрастные, площадь (га)	Спелые, площадь (га)	Всего, площадь (га)
Сосна	3959	3366	617	8002
Дуб	7065	3681	1076	11822
Береза	355	212	229	796
Ольха	490	179	212	881
Осина	4098	1899	409	6377
Тальник	36			
Всего	15974	9337	2603	27914

Анализ геоботанического материала 1930-1940-х гг. показал, что в эти годы единственным эколого-ценотическим типом растительности, представленным во всех ЛУ, за исключением пойм, был лугово-боровой (MdPn, табл. П1). Это определялось высокой степенью антропогенной нарушенности территории на момент заповедания и сопутствующим развитием светолюбивой степной, лугово-степной и боровой флоры в травяно-кустарничковом ярусе лесных сообществ. Наибольшее число типов сообществ было отмечено в ЛУ четвертой надпойменной (н/п) террасы и восточного участка второй н/п террасы р. Воронежа (ЛУ6-1, ЛУ1-2), второй н/п террасы и покато-ступенчатого уступа долины р. Усмани (ЛУ8, ЛУ7), а также в ЛУ долин боковых притоков (ЛУ4) (табл. П1). Наиболее высокими показателями видовой насыщенности на начальном этапе заповедания отличались расположенные в центральной части заповедника и граничащие друг с другом ЛУ5, ЛУ3 и ЛУ1-2 (пологий уступ четвертой н/п террасы, третья н/п терраса и восточный участок второй н/п террасы р. Воронежа, соответственно), а также ЛУ2-о (останцы первой н/п террасы в пойме рек Усмань и Ивница) (рис. П1).

Количественный анализ растительности ЛУ по трем временным периодам также показал, что в начальный период заповедания растительность разных ЛУ была весьма сходна между собой. Однако, с течением времени растительность на разных ЛУ становилась все более различной. Так, если на первом этапе 11 пар ЛУ значимо не отличались между собой по методу MRPP, то на втором этапе таких пар уже 7, а на третьем этапе – только одна: все ЛУ различались между собой по растительности на площадках за исключением пары ЛУ4 (долин боковых притоков) и ЛУ8 (второй н/п террасы р. Усмани).

В целом альфа-разнообразие, оцениваемое по видовой насыщенности и индексу Шеннона, уменьшалось от первого периода к третьему (табл. П2). Гамма-разнообразие, рассчитанное как общее число видов в геоботанических описаниях, напротив, возрастало, что, по-видимому, было связано с увеличением числа описаний на II и III этапах. В качестве оценки бета-разнообразия была рассмотрена динамика средних внутригрупповых расстояний Сьеренсена между геоботаническими площадками на ЛУ (табл. П2). Она носила флуктуационный характер, но в целом расстояние Сьеренсена увеличивалось со временем, причем разница между I и II временными этапами была меньше, чем между I-II и III этапами. Бета-разнообразие на третьем этапе было значимо выше, чем на первых 2-х. Различия в бета-разнообразии между ЛУ внутри каждого периода также значимо увеличивались со временем. Вместе с тем, флористическое сходство ЛУ, рассчитанное по коэффициенту Жаккара по полным спискам видов каждого ЛУ, в целом было выше на II-III этапе по сравнению с I этапом. Таким образом, хотя общий набор видов в различных ЛУ с течением времени становится более одинаковым, но «упаковка видов в сообщества» происходит специфично для каждого ЛУ.

Снижение видовой насыщенности отмечается для всех ЛУ, кроме пойм (ЛУ2) (рис. П1). Падение видовой насыщенности наиболее резко выражено в ЛУ 1-2, 3, 5 (восточный участок второй н/п террасы р. Воронежа, третья н/п терраса и пологий уступ четвертой н/п террасы, соответственно), а также в ЛУ2о (останцы первой н/п террасы в пойме рек Усмани и Ивница). Эти территории, расположенные в центральной части заповедной территории, на начальном этапе заповедания отличались наиболее высокими показателями видовой насыщенности (рис. П1, табл. П2).

В целом в растительном покрове заповедника прослеживается тенденция увеличения затененности местообитаний, возрастания роли неморальных видов во всех ярусах лесных сообществ, в травяном ярусе наблюдается уменьшение доли степных видов, видов сухих лугов и сухих боров (табл. П3-П13, рис. П2-П13). Отмечено незначительное увеличение ценотического разнообразия (числа типов сообществ). При наличии общих процессов в динамике растительного покрова, характерных для всех ЛУ, в каждом ЛУ можно выделить специфические процессы.

(А) На ЛУ террас и восточного водораздела (ЛУ 1-1, 1-2, 3, 6-1, 6-2, 8) отмечены сходные тенденции в динамике эколого-ценотического спектра флоры: уменьшение доли боровых, сухо-луговых и степных видов, возрастание роли неморальной и нитрофильной эколого-ценотических групп (табл. П3, П4, П7, П10, П11, П13). Экологическая оценка местообитаний в большинстве случаев показывает увеличение богатства почвы азотом и возрастание затененности (рис. П3, П4, П7, П10, П11, П13). На трех ЛУ (ЛУ 1-1, 6-1, 6-2) отмечено расширение экологического пространства, а на одном – его сокращение (ЛУ8).

(Б) На трех ЛУ – пойма р.р. Усмани и Ивницы (ЛУ2), пологий уступ IV н/п террасы р. Воронеж (ЛУ5) и покато-ступенчатый уступ долины р. Усмани (ЛУ7) – на протяжении всего времени заповедания состояние растительного покрова определено как стабильное во флористическом и экологическом отношениях (табл. П5, П9, П12, рис. П5, П9, П12).

(В) В эколого-ценотической структуре растительного покрова ЛУ долин боковых притоков (ЛУ4) и останцов первой надпойменной террасы р. Усмани (ЛУ2о) на протяжении трех временных периодов фиксируются изменения флуктуационного характера (табл. П6, П8, рис. П6, П8). Возможно, это связано с малым числом геоботанических описаний первого временного периода. Однако, для долин боковых притоков отсутствие направленных смен в растительном покрове может быть связано с повышенной сезонной и разногодичной нестабильностью экологических условий (прежде всего, влагообеспеченности) местообитаний этого ландшафтного уровня.

Таким образом, анализ развития растительного покрова Воронежского заповедника с учетом ландшафтной дифференциации территории дает основания считать, что на исследуемой территории происходят одновременно как процессы демулационного развития – сукцессионного восстановления растительного покрова после нарушений, так и процессы аллогенного развития (Миркин, 1985; Смирнова, Торопова, 2008), обусловленные прерыванием восстановительной сукцессии периодическими экзогенными воздействиями.

Автогенная (демулационная) сукцессия идет в направлении неморализации растительного покрова. При этом происходит постепенное изменение эколого-ценотической структуры сообществ, некоторое увеличение ценотического разнообразия, отмечается падение видовой насыщенности при сохранении видового богатства. Этот тип динамики растительного покрова наиболее ярко выражен на ЛУ 1-2, 3 и 5. Отсутствие здесь ярко выраженных экзогенных воздействий, по-видимому, связано с территориальной приуроченностью этих ЛУ к центральной части охраняемой территории и с экотопическими особенностями ЛУ. Анализ геоботанического материала позволяет предположить, что сукцессионное восстановление в отмеченных ЛУ идет различными путями. Экотопические особенности ЛУ1-2 (более близкое залегание грунтовых вод, наличие замкнутых понижений, обилие сырых ложин) способствуют тому, что на этом ЛУ (в отличие от ЛУ 3 и 5) автогенная сукцессия от лугово-боровых групп ассоциаций в лугово-неморальные и неморальные включает стадии формирования бореальных и бореально-неморальных групп ассоциаций (табл. П1). Эти сообщества в меньшей степени присутствуют на ЛУ3 и совершенно не представлены в ЛУ пологого уступа четвертой н/п террасы р. Воронежа (ЛУ5), где растительные сообщества лугово-боровых и неморально-луговых групп ассоциаций в процессе сукцессии переходят непосредственно в неморальную стадию. Это, по-видимому, определяется тем, что водный режим ЛУ5 (более глубокое залегание грунтовых вод, отсутствие застойных явлений, наличие склонового стока) не способствует развитию здесь сообществ с участием бореальных видов.

Аллогенное развитие растительного покрова связано с периодическим прерыванием восстановительной сукцессии экзогенными факторами. Для территории Воронежского заповедника такими экзогенными факторами являются, прежде всего, периодические пожары, выпас, сенокосение и массовый ветровал

древостоя.

Наиболее ярко аллогенное развитие растительного покрова прослеживается на ЛУ четвертой н/п террасы (ЛУ6-1) и западном участке второй н/п террасы р. Воронеж (ЛУ1-1). Периодически возникающие здесь пожары прерывают ход демулационной сукцессии, формируют мозаику микроместобитаний с разнообразными экологическими условиями, что в целом поддерживает высокое видовое и ценотическое богатство растительного покрова данных ЛУ. Пожары способствуют поддержанию видов боровой, степной, сухолуговой и бореальной эколого-ценологических групп и соответствующих растительных сообществ. Другим экзогенным фактором, широко распространенным на территории заповедника вплоть до 80-х годов XX в., являлся интенсивный выпас и сенокосение. Именно эти воздействия являются причиной существования и в настоящее время на многих ЛУ лугово-степной и боровой флоры, растительных сообществ лугово-боровых групп ассоциаций. Массовый ветровал древостоя, в отличие от единичных вывалов, является еще одним фактором, прерывающим восстановительную сукцессию. Дополнительная дифференциация растительного покрова на восточном водоразделе (ЛУ6-2) (рис. П11), по-видимому, обусловлена прошедшим здесь массовым ветровалом 1986 года.

Анализ собранного материала по истории природопользования исследуемого региона в дозаповедный период, видовая и возрастная структура насаждений по лесной таксации 1937 г. свидетельствуют о сильной нарушенности лесной растительности и в целом лесных экосистем на момент заповедания. Результаты выполнения проекта показывают, что 80-летнее сукцессионное развитие растительного покрова заповедника не успело привести к формированию лесных экосистем с выраженными базовыми признаками климаксных сообществ (Восточно-европейские леса, 2004) – наличием хорошо сформированной оконной мозаики, ветровально-почвенных комплексов разного возраста. Можно ожидать, что с течением времени при отсутствии экзогенных нарушений на исследуемой территории будут постепенно формироваться такие сообщества с высоким структурным разнообразием – с развитой вывальной и оконной мозаикой и, как следствие, с развитой мозаикой микроместообитаний, являющейся условием спонтанного поддержания высокого видового разнообразия растительности.

- 3.7. В ходе выполнения проекта были уточнены ландшафтные единицы исследуемой территории, выделенные ранее (Использование GPS..., 2006). В результате на территории Воронежского заповедника было выделено 13 ландшафтных разностей, соответствующих ландшафтным уровням (ЛУ). Для каждого ЛУ впервые проанализирована 80-летняя динамика растительности на трех временных срезах – на начальном, промежуточном и современном этапах заповедания. Выявлены факторы, оказывающие воздействие на биоразнообразие растительного покрова и определяющие специфику динамики растительности в ландшафтных разностях анализируемой территории. Таким образом, впервые дан детальный анализ динамики растительного покрова заповедника с учетом ландшафтной организации территории.
- 3.8. Одним из основных направлений в современной экологии является исследование зависимости между ландшафтной структурой территории и структурой растительного покрова (см. обзор Ferrier, Guisan, 2006). Особый акцент при этом ставится на развитии бассейнового подхода (Goebel et al., 2003, 2006) и исследовании долинных (приречных) лесов (riparian forests), отличающихся высоким биоразнообразием и являющихся зачастую рефугиумом редких видов (Holmes et al., 2005; Goebel et al., 2006; Villarin et al., 2009). В данном проекте мы

также развиваем бассейновый подход, исследуем закономерности изменения биоразнообразия растительности в ходе сукцессии в различных элементах ландшафта, выделяемых в бассейнах малых рек. Полученные нами результаты сравнимы и в целом согласуются с результатами зарубежных коллег. Вместе с тем, специфика объекта исследования и наличие уникальных данных о 80-летней динамике растительного покрова лесной территории в лесо-степной зоне Восточной Европы увеличивает значимость полученных нами результатов с точки зрения их вклада в понимание фундаментальных процессов естественной динамики лесных экосистем.

Результаты работы по проекту получены с помощью современных количественных методов и соответствующего программного обеспечения. Большинство расчетов выполнено в среде статистического программирования R, которая широко используется для анализа данных и фактически является современным стандартом в области статистического анализа данных. Применение современных методов делает результаты сопоставимыми с мировым уровнем и дает возможность количественно оценить специфику района и объекта исследования в терминах, общепринятых в мировой науке..

- 3.9. Задачи проекта решались на основе представлений об иерархической организации экосистем (O'Neil et al., 1986, Оценка и сохранение..., 2001), с использованием активно развивающегося в настоящее время бассейнового подхода (Миркин, Розенберг, 1978; EU Water Framework Directive, 2000), с привлечением современных информационных технологий и современных методов количественного анализа экологических данных (см. обзоры Legendre, Legendre, 1998; McCune, Grace, 2002; Смирнов, Ханина, 2004).

Для расчетов использовались данные геоботанических описаний разных лет (1929-2010 гг.). Для анализа и интерпретации результатов привлекались данные лесной таксации, материалы геоботанического картирования, информация по экзогенным воздействиям на территории заповедника, фиксированная в Летописях природы и в других материалах, хранящихся в фондах заповедника.

Общая характеристика экологических условий исследуемой территории и ее ландшафтных подразделений была оценена методом фитоиндикации (Цыганов, 1983; Ellenberg et al., 1991) – путем использования разработанных нами ранее компьютерных баз данных по экологическим шкалам видов растений. Выявление ведущих экологических факторов в распределении растительности осуществлено путем проведения непрямого градиентного анализа методами анализа соответствий с удаленным трендом (DCA) и неметрического многомерного шкалирования (NMDS). Ценотическое и структурное разнообразие растительности оценивалось путем использования предложенных ранее классификации растительности заповедника на уровне формаций и групп ассоциаций (Стародубцева, Ханина, 2007, 2009) и классификации видов растений по эколого-ценотическим группам (Смирнова и др., 2004; Смирнов и др., 2006). Анализ приуроченности растительных сообществ, эколого-ценотических групп видов растений к единицам ландшафтной организации проведен с помощью методов ординации DCA и NMDS, а также с помощью однофакторного непараметрического дисперсионного анализа Краскелла-Уоллиса. Значимость различий растительности разных ЛУ оценивалась методом непараметрической пермутационной процедуры MRPP. Альфа-разнообразие оценивалось по видовой насыщенности (среднему числу видов на 100 м²) и по индексу Шеннона. Бета-разнообразие оценивалось по величине средних внутригрупповых расстояний (мера Сьеренсена). Статистическая значимость различий в бета-разнообразии проверялась методом Андерсона

(Anderson et al., 2006). Флористическое сходство ЛУ оценивалось по коэффициенту Жаккара. Исследование пространственно-временной динамики всех параметров биоразнообразия проводилось путем анализа изменений их значений в выделенных ЛУ в трех временных периодах.

Расчеты выполняли с помощью оригинальных авторских программ Ecoscale (Грохлина, Ханина, 2006), SpeDiv (Смирнов, 2006), пакета PC-ORD (McCune, Mefford, 1999), а также в среде статистического программирования R (R Development Core Team, 2010). ГИС заповедника была разработана в программной среде ArcView..

- 3.10.1. 4
- 3.10.2. 1
- 3.11. 3
- 3.12. 0
- 3.13. 175000
- 3.14.1. Персональный компьютер на основе Intel Core i5, 17" ЖК монитор, источник бесперебойного питания
- 3.15.1. <http://www.impb.ru/index.php?id=div/lce/main>
- 3.16.
 1. Стародубцева Е.А., Ханина Л.Г. Классификация растительности Воронежского заповедника // Растительность России. СПб., 2009. - № 14. – С. 63-141.
 2. Стародубцева Е.А., Ханина Л.Г. Классификация лесной растительности Воронежского заповедника // Растительность Восточной Европы: классификация, экология и охрана. Материалы международной науч. конф. (Россия, г. Брянск, 19-21 октября 2009 г.). – Брянск, 2009. – С. 226-230.
 3. Стародубцева Е. А., Трегубов О.В., Ханина Л. Г., Смирнов В.Э. Характеристика ландшафтных разностей территории Воронежского заповедника // Растительность Восточной Европы: классификация, экология и охрана. Материалы международной науч. конф. (Россия, г. Брянск, 19-21 октября 2009 г.). – Брянск, 2009. – С. 223-226.
 4. Стародубцева Е. А., Ханина Л. Г., Смирнов В.Э., Глухова Е.М. Разнообразие растительности Воронежского заповедника на начальном этапе заповедания (1930-1940 гг.) с учетом ландшафтных разностей территории // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: материалы IV Всероссийской научной конференции с международным участием / Мар. гос. ун-т. – Йошкар-Ола, 2010. – С. 158-161.
 5. Ханина Л.Г., Смирнов В.Э. Количественная оценка многолетней динамики биоразнообразия растительности на заповедных территориях в условиях ограниченного набора имеющихся данных // Математическая биология и биоинформатика. В печати.
- 3.17. 6
- 3.18. 16

Форма 509. ПУБЛИКАЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОЕКТА

- 9.1. 09-04-97547-р_центр_a
- 9.2.1. Е.А. Стародубцева; 1; Россия; Федеральное государственное учреждение Воронежский государственный природный биосферный заповедник
- 9.2.2. Стародубцева Е.А.
- 9.3.1. Л.Г. Ханина; 1; Россия; Учреждение Российской Академии Наук Институт математических проблем биологии РАН
- 9.3.2. Ханина Л.Г.
- 9.4. Классификация растительности Воронежского заповедника
- 9.5. русский
- 9.6.1. Растительность России
- 9.6.2. 2073-0659
- 9.7. 4
- 9.8. 1
- 9.9. 2009
- 9.10.1.
- 9.10.2. 14
- 9.11. 63-141
- 9.12.1. Учреждение Российской академии наук Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН
- 9.12.2. Санкт-Петербург
- 9.13. На обширном геоботаническом материале (1058 описаний) выполнена классификация растительности Воронежского заповедника. Классификация проведена с применением эколого-фитоценологического подхода: были использованы приемы доминантной классификации, результаты анализа эколого-ценотического состава растительного покрова и непрямого градиентного анализа геоботанических описаний. Комбинирование этих методов позволило в лесных формациях заповедника (сосновых, осиновых, березовых и черноольховых лесов и группе формаций широколиственных лесов) выделить 23 группы ассоциаций, объединенных в 9 эколого-ценотических типов напочвенного покрова; также выделить 4 группы ассоциаций среди травянистых сообществ, расположенных в сухих, умеренно увлажненных и сырых местообитаниях. Всего в растительности заповедника выделено 27 групп ассоциаций. В статье приведена характеристика выделенных классификационных единиц, затронуты вопросы динамики растительности заповедника, проведено сравнение предложенной классификации с существующими классификационными системами.
- 9.15. 82

Форма 509. ПУБЛИКАЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОЕКТА

- 9.1. 09-04-97547-р_центр_a
- 9.2.1. Е.А. Стародубцева; 1; Россия; Федеральное государственное учреждение Воронежский государственный природный биосферный заповедник
- 9.2.2. Стародубцева Е.А.
- 9.3.1. Трегубов О.В.; 1; Россия; Воронежский государственный природный биосферный заповедник
Ханина Л.Г.; 1; Россия; Институт математических проблем биологии РАН
Смирнов В.Э.; 1; Россия; Институт математических проблем биологии РАН
- 9.3.2. Трегубов О.В.
Ханина Л.Г.
Смирнов В.Э.
- 9.4. Характеристика ландшафтных разностей территории Воронежского заповедника
- 9.5. русский
- 9.6.1. Растительность Восточной Европы: классификация, экология и охрана. Материалы международной науч. конф. (Россия, г. Брянск, 19-21 октября 2009 г.)
- 9.6.2.
- 9.7. 2
- 9.8. 1
- 9.9. 2009
- 9.10.1.
- 9.10.2.
- 9.11. 223-226
- 9.12.1. Курсив
- 9.12.2. Брянск
- 9.13. На территории Воронежского заповедника на площади 31 000 га выделено 8 ландшафтных уровней. 989 геоботанических описаний, сделанных на территории заповедника, были сгруппированы по их принадлежности к определенному ландшафтному уровню. С использованием проведенной ранее классификации растительности заповедника охарактеризовано распределение растительности по ландшафтным уровням, дан анализ экосистемного и видового разнообразия ландшафтных единиц.
- 9.15. 10

Форма 509. ПУБЛИКАЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОЕКТА

- 9.1. 09-04-97547-р_центр_a
- 9.2.1. Е.А. Стародубцева; 1; Россия; Федеральное государственное учреждение Воронежский государственный природный биосферный заповедник
- 9.2.2. Стародубцева Е.А.
- 9.3.1. Ханина Л.Г.; 1; Россия; Институт математических проблем биологии РАН
- 9.3.2. Ханина Л.Г.
- 9.4. Классификация лесной растительности Воронежского заповедника
- 9.5. русский
- 9.6.1. Растительность Восточной Европы: классификация, экология и охрана. Материалы международной науч. конф. (Россия, г. Брянск, 19-21 октября 2009 г.)
- 9.6.2.
- 9.7. 2
- 9.8. 1
- 9.9. 2009
- 9.10.1.
- 9.10.2.
- 9.11. 226-230
- 9.12.1. Курсив
- 9.12.2. Брянск
- 9.13. На основе 1058 геоботанических описаний предложена классификация лесной растительности Воронежского заповедника. С использованием приемов доминантной классификации выделены 5 формаций (сосновые, широколиственные, осиновые, березовые и черноольховые леса). Формации были разделены на группы ассоциаций, при этом была проведена ординация геоботанических площадок методом непрямого градиентного анализа - анализа соответствий с удаленным трендом (ДСА). Выделено 23 группы ассоциаций, объединенных в 9 эколого-ценотических типов напочвенного покрова. Дан подробный анализ видового и структурного разнообразия выделенных классификационных единиц, а также их экологическая характеристика, рассчитанная по шкалам Д.Н. Цыганова.
- 9.15. 19

Форма 509. ПУБЛИКАЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОЕКТА

- 9.1. 09-04-97547-р_центр_a
- 9.2.1. Ханина Л.Г.; 1; Россия; Институт математических проблем биологии РАН
- 9.2.2. Ханина Л.Г.
- 9.3.1. Смирнов В.Э.; 1; Россия; Институт математических проблем биологии РАН
- 9.3.2. Смирнов В.Э.
- 9.4. Количественная оценка многолетней динамики биоразнообразия растительности на заповедных территориях в условиях ограниченного набора имеющихся данных
- 9.5. русский
- 9.6.1. Математическая биология и биоинформатика
- 9.6.2. 1994-6538
- 9.7. 4
- 9.8. 2
- 9.9. 2009
- 9.10.1.
- 9.10.2.
- 9.11.
- 9.12.1. Учреждение Российской академии наук Институт математических проблем биологии РАН
- 9.12.2. Пущино
- 9.13. На примере анализа данных Воронежского заповедника обсуждается методика количественной оценки многолетней динамики биоразнообразия растительности с учетом ландшафтных разностей территории. Обсуждается специфика имеющихся геоботанических данных, в целом характерная для особо охраняемых природных территорий России, - наличие данных многолетних наблюдений, выполненных разными исследователями на различных пробных площадях, но в пределах одной территории. Анализируется совокупность методов, применение которых корректно при работе с данными такого рода. Анализируются результаты расчетов динамики растительности Воронежского заповедника путем разделения всего массива геоботанических описаний на три временных периода и 11 ландшафтных разностей. Делается вывод о возможности использования многолетних данных, собранных на различных участках, для корректной оценки динамики растительного покрова.
- 9.15. 20

Форма 509. ПУБЛИКАЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОЕКТА

- 9.1. 09-04-97547-р_центр_a
- 9.2.1. Е.А. Стародубцева; 1; Россия; Федеральное государственное учреждение Воронежский государственный природный биосферный заповедник
- 9.2.2. Стародубцева Е.А.
- 9.3.1. Ханина Л.Г.; 1; Россия; Институт математических проблем биологии РАН
Смирнов В.Э.; 1; Россия; Институт математических проблем биологии РАН
Глухова Е.М. ; 1; Россия; Институт математических проблем биологии РАН
- 9.3.2. Ханина Л.Г.
Смирнов В.Э.
Глухова Е.М.
- 9.4. Разнообразие растительности Воронежского заповедника на начальном этапе заповедания (1930-1940 гг.) с учетом ландшафтных разностей территории
- 9.5. русский
- 9.6.1. Принципы и способы сохранения биоразнообразия: материалы IV Всероссийской научной конференции с международным участием
- 9.6.2.
- 9.7. 2
- 9.8. 1
- 9.9. 2010
- 9.10.1.
- 9.10.2.
- 9.11. 158-161
- 9.12.1. ООП ГОУВПО «Марийский государственный университет»
- 9.12.2. Йошкар-Ола
- 9.13. В работе дана оценка разнообразия растительного покрова Воронежского заповедника в первые годы заповедания. Анализ растительности произведен с учетом ландшафтной дифференциации территории. Использована предложенная ранее классификация растительности заповедника. При анализе растительного покрова на начальном этапе заповедания выявлена специфика экологических условий выделенных ландшафтных уровней, различная степень их экотопической расчлененности, а также значительная антропогенная трансформация местообитаний и растительности рубками, выпасом и иной хозяйственной деятельностью.
- 9.15. 8

ФОРМА 511. ВОЗМОЖНОСТИ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ЗАВЕРШЕННОГО ПРОЕКТА РФФИ

- 11.1. 09-04-97547-р_центр_a
- 11.2.1. 6
- 11.2.2. 16
- 11.2.3. 1

11.3. Организация устойчивого природопользования и охрана биоразнообразия в лесах лесостепной зоны

11.4. На примере Усманского лесного массива, частью которого является Воронежский заповедник, предполагается разработать концепцию устойчивого природопользования и сохранения биологического разнообразия в островных лесах лесостепной зоны. Концепция будет основана на знании истории хозяйственного освоения территории, знании ландшафтной структуры и закономерностей функционирования растительного покрова, будет учитывать специфику расположения островных лесных массивов, их структуру и особенности современного природопользования. Концепция будет включать: (1) рекомендации по поддержанию и восстановлению биоразнообразия с учетом различных режимов природопользования, (2) рекомендации по организации устойчивого природопользования в островных лесах лесостепи.

Принципиальным моментом является то, что различные режимы природопользования на фоне спонтанной сукцессионной динамики растительности определяют существование экосистем различных типов, которые являются местообитаниями видов различной экологии, в т.ч. видов растений разной эколого-ценотической принадлежности. В современных условиях только сочетание научно обоснованных режимов природопользования может обеспечить сохранение и поддержание высокого биологического разнообразия видов и экосистем, недостижимое как при полном заповедании территории, так и в условиях интенсивной эксплуатации лесных ресурсов.

Помимо сохранения биологического разнообразия, устойчивое природопользование предполагает заботу о поддержании всех функций лесных экосистем – как обеспечивающих (древесной и недревесной лесной продукцией), так и регулирующих (регулирование климата, качества воздуха, воды, почвы, формирование циклов природных элементов и др.). Островные леса лесостепной зоны, расположенные среди антропогенных ландшафтов и дополнительно фрагментированные путями коммуникаций и населенными пунктами, испытывают интенсивные комплексные воздействия от лесозаготовок, пожаров, рекреации. Неправильная организация лесопользования подрывает обеспечивающие и регулирующие функции лесных экосистем. Выполнение проекта позволит на примере Усманского бора выработать рекомендации по организации устойчивого природопользования в островных лесах лесостепной зоны.

- 11.5. 3
- 11.6. 3
- 11.7. 1
- 11.8.

Приложение к отчету по проекту РФФИ 09-04-97547

Таблица П1. Динамика растительного покрова Воронежского заповедника (на уровне групп ассоциаций) с учетом ландшафтной структуры территории

Растительные сообщества		ЛУ 1-1 II н/п терраса р. Воронежа (западный участок)			ЛУ 1-2 II н/п терраса р. Воронежа (восточный участок)			ЛУ 2 поймы рр. Усмани, Ивницы			ЛУ 2о останцы I н/п террасы р. Усмани		
ЭЦГ	Группы ассоциаций	Временные периоды			Временные периоды			Временные периоды			Временные периоды		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Pn	P-Pn	++	++	+	+								
MdPn	P-MdPn	++	++	++	++	+	+						+
	Q-MdPn	+			++	+						+	
	B-MdPn												
MdNm	P-NmMd		+	+	+	+	+					+	
	Q-MdNm						+						
	Pp-MdNm	+	+	+	+	+	+		+				
Nm	P-Nm	-			-	+	+			+			
	Q-Nm					+	+		+	+		+	+
	Pp-Nm						+		+	+			+
	B-Nm					+	+		+	++	+		
BrNm	P-BrNm			+	+	+	+		+	+			
	Q-BrNm						+		+				+
	B-NmBr				+	+			+		+	+	
	Pp-BrNm						+						
Br	P-Br	+	+	+	(+)	+	+				+		+
	Pp-Br						+		+				
	B-Br		+	+									
NmNt	A-NmNt							+	+	+			
	Q-NmNt							+	+				
Nt	A-Nt							++	+	++			
	B-Nt				+			++	+	+			
	Pp-Nt							++	+	+			
Wt	A-Wt							++	+	+			
Осоковые болота		(оч. редко)											
Сфагновые болота													
Pr	Pr-Pn	+	+	+							+		+
	Pr-Br			+									
	Pr-Nm												+
	Pr-Fr							+	+	+			
	Pr-Wt					+		+	+	+			
Число групп ассоциаций		7	8	10	9	11	13	8	16	10	5	3	7
Число описаний		4	45	103	12	29	48	46	60	57	4	6	29

Таблица П1 (продолжение)

Растительные сообщества		ЛУ 3 III н/п терраса р. Воронежа			ЛУ 4 Долины боковых притоков			ЛУ 5 Пологий уступ IV н/п террасы р. Воронежа		
ЭЦГ	Группы ассоциаций	Временные периоды			Временные периоды			Временные периоды		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
Pn	P-Pn									
MdPn	P-MdPn	++	+					+		
	Q-MdPn	++	+		+			++	+	+
	B-MdPn	+								
MdNm	P-NmMd	+	+					+	+	+
	Q-MdNm	+	+	+					+	+
	Pp-MdNm	+						(+)?	+	
Nm	P-Nm		+	+					+	+
	Q-Nm		+	+		+			+	+
	Pp-Nm		+	+	+	+	+		+	+
	B-Nm			+		+	+			
BrNm	P-BrNm		+	+	+					
	Q-BrNm				+				+	
	B-NmBr				+	+	+			
	Pp-BrNm			+		+				
Br	P-Br						(+)			
	Pp-Br				+					
	B-Br						(+)			
NmNt	A-NmNt					+				
	Q-NmNt						+			
Nt	A-Nt				+					
	B-Nt			+	+	+	+			
	Pp-Nt						+			
Wt	A-Wt									
Осоковые болота										
Сфагновые болота										
Pr	Pr-Pn						+			
	Pr-Br									
	Pr-Nm									
	Pr-Fr				+	+	+			
	Pr-Wt					+				
Число групп ассоциаций		7	8	8	9	9	8+(2)	3	8	6
Число описаний		11	19	34	5	25	27	2	18	19

Таблица П1 (продолжение)

Растительные сообщества		ЛУ 6-1 IV н/п терраса р. Воронежа			ЛУ 6-2 Восточный водораздел - плакор			ЛУ 7 Покато- ступенчатый уступ долины р. Усмани			ЛУ 8 II н/п терраса р. Усмани		
ЭЦГ	Группы ассоциаций	Временные периоды			Временные периоды			Временные периоды			Временные периоды		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Pn	P-Pn			+									
MdPn	P-MdPn	+	+	+	+	+	+				+		
	Q-MdPn	++	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
	B-MdPn	+		+							+		
MdNm	P-NmMd	+	+	+				+				+	
	Q-MdNm	+	+				+		+	+		+	
	Pp-MdNm	+	+				+	+					
Nm	P-Nm		+	+						+		+	+
	Q-Nm	++	++	++			+	+	++	++	+	+	+
	Pp-Nm	+	+	++	+		+	++	++	++	+	+	
	B-Nm												
BrNm	P-BrNm		+	+			+					+	
	Q-BrNm		+	+	+		+	+	+		+		+
	B-NmBr			+		+	+				+	+	+
	Pp-BrNm			+			+		+				
Br	P-Br	++	++	++	+		+				+		+
	Pp-Br	+		+									+
	B-Br	+		+		+			+				+
NmNt	A-NmNt												
	Q-NmNt						+	+			+		
Nt	A-Nt												
	B-Nt									+	+		
	Pp-Nt							+					
Wt	A-Wt												
Осоковые болота		+	+	+	+	+	+	+	+	+			
Сфагновые болота		+	+	+									
Pr	Pr-Pn			+						+			
	Pr-Br			+									
	Pr-Nm						+			+			
	Pr-Fr									+			
	Pr-Wt												
Число групп ассоциаций		13	13	19	6	5	14	9	8	10	10	7	7
Число описаний		10	55	151	1	5	50	12	48	59	21	14	22

Примечания: обозначения растительных формаций: P – сосняки, Q – группа формаций широколиственных лесов, B – березняки, Pp – осинники, A – ольшаники; групп ассоциаций: Pn – боровая, MdPn – лугово-боровая, NmMd – неморально-луговая, MdNm – лугово-неморальная, Nm – неморальная, BrNm – бореальная, NmBr – неморально-бореальная, Br – бореальная, NmNt – неморально-нитрофитная, Nt – нитрофитная, Wt – водно-болотная; травянистых сообществ (лугов): Pr-Pn – боровые (остепненные), Pr-Br – бореальные, Pr-Nm – неморальные, Pr-Fr – настоящие (мезофитные), Pr-Wt – гигрофитные.

++ - группы ассоциаций, имеющие большие площади на карте растительности геоботанического профиля М.В. Николаевской и представленные значительным числом описаний; ++ - группы ассоциаций, представленные большим числом описаний; (+) - группы ассоциаций, не представленные описаниями, данные о присутствии их на территории получены из иных источников.

Временные периоды: I – 1930-1940-е гг., II – середина 1960-х гг., III – середина 1980-х – 2010 гг.

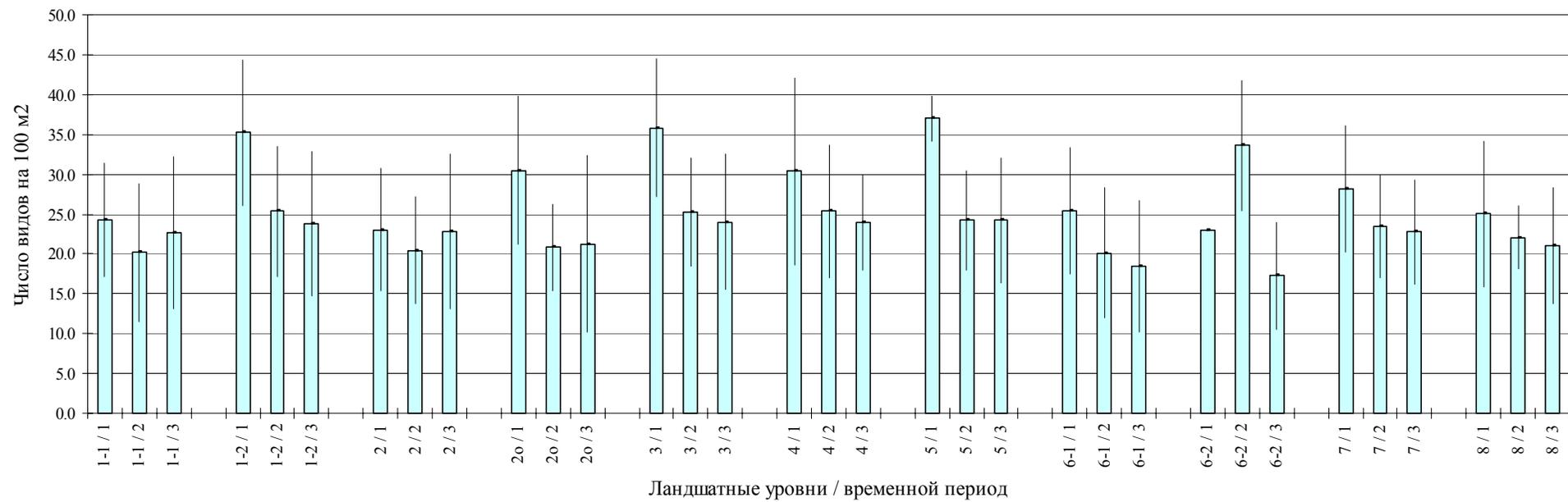


Рис. П1. Средняя видовая насыщенность сосудистых растений на ЛУ в трех временных периодах

Таблица П2. Характеристика альфа и бета разнообразия растительности ландшафтных единиц Воронежского заповедника в разные периоды времени

Ландшафтные уровни	I временной период				II временной период				III временной период			
	1*	2*	3*	4*	1*	2*	3*	4*	1*	2*	3*	4*
ЛУ1-1	4	24,3±7,1	2,92	60,04	45	20,2±8,7	2,51	75,62	103	22,7±9,6	2,59	79,50
ЛУ1-2	12	35,3±9,2	3,22	73,37	29	25,3±8,2	2,72	78,46	48	23,8±9,0	2,53	73,28
ЛУ2	46	23,0±7,7	2,81	77,17	60	20,5±6,6	2,71	82,68	57	22,8±9,7	2,56	80,76
ЛУ2о	4	30,5±9,3	3,12	89,98	6	20,8±5,4	2,33	69,32	29	21,2±11,1	2,54	84,30
ЛУ3	11	35,8±8,7	3,28	64,93	19	25,3±6,8	2,71	74,25	34	24,0±8,5	2,55	70,05
ЛУ4	5	30,4±11,7	2,92	82,08	25	25,4±8,3	2,79	86,11	27	24,0±5,9	2,65	87,66
ЛУ5	2	37,0±2,8	3,31	48,51	18	24,2±6,3	2,64	66,31	19	24,2±7,8	2,49	56,41
ЛУ6-1	10	25,4±7,9	2,84	77,08	55	20,1±8,2	2,36	81,35	151	18,5±8,3	2,27	86,18
ЛУ6-2	1	23,0±0	2,78		5	33,6±8,2	3,12	80,44	50	17,2±6,8	2,25	78,03
ЛУ7	11	28,1±7,9	2,94	76,99	48	23,4±6,4	2,52	56,90	60	22,8±6,5	2,56	70,76
ЛУ8	21	25,0±9,2	2,83	81,03	14	22,1±3,9	2,47	62,89	22	21,0±7,3	2,45	82,01

Примечания: обозначения ландшафтных уровней см. в табл. 2.

1* – число описаний

2* – видовая насыщенность (среднее число видов на 100 м²) и стандартное отклонение

3* – индекс видового разнообразия Шеннона. Полужирным шрифтом выделены значения индекса Шеннона (более 3), соответствующие ландшафтным уровням с наибольшим видовым богатством и выровненностью видовых обилий

4* – среднее внутригрупповое расстояние Сьеренсена между геоботаническими площадками, рассчитанное с учетом обилия видов, в процентах.

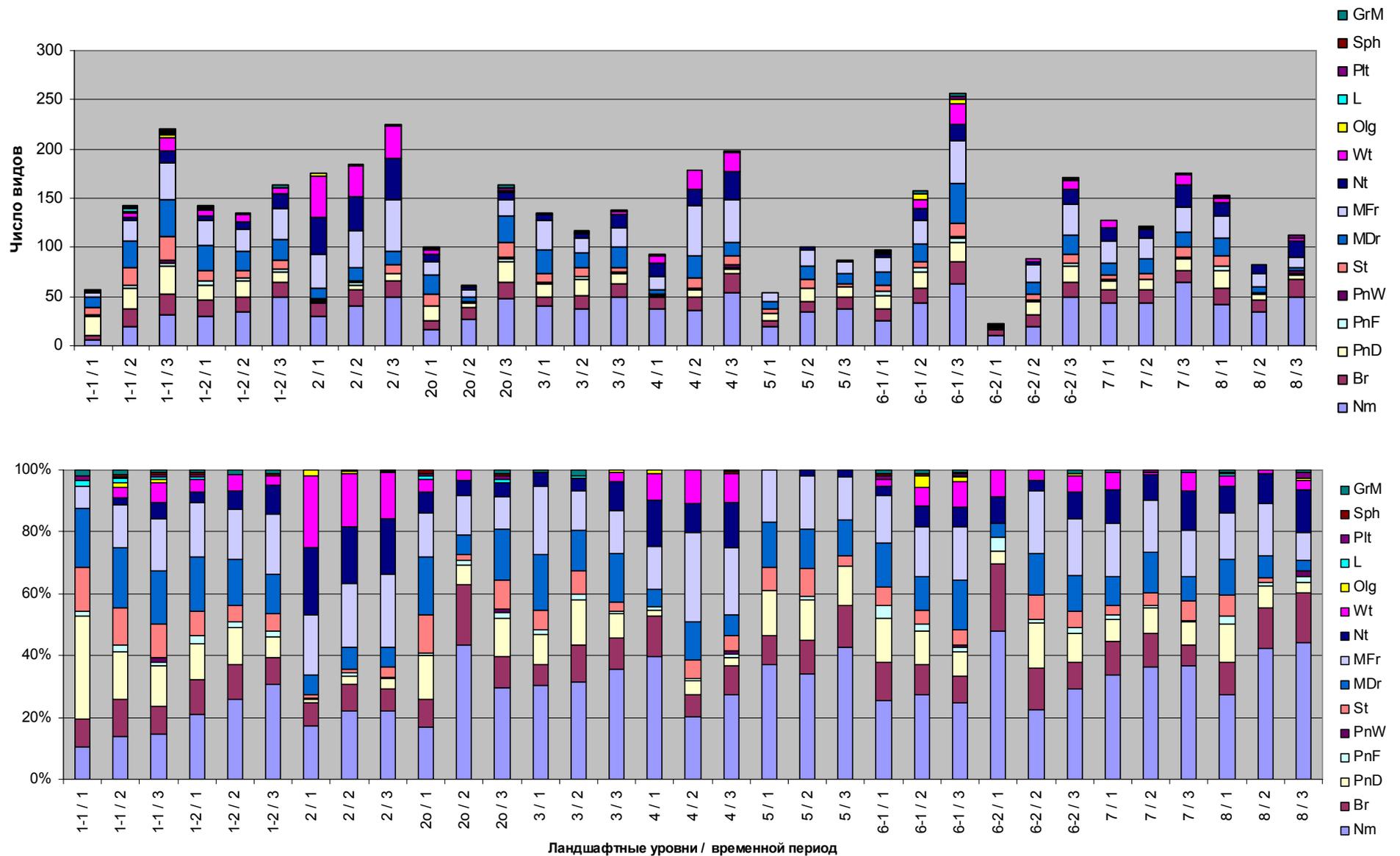


Рис. П2. Эколого-ценотическая структура видовых списков сосудистых растений и мхов, составленных для выделенных ландшафтных уровней ВГПБЗ по геоботаническим описаниям трех временных периодов. Nm – неморальная, Br – бореальная, PnD – сухо-боровая, PnF – свеже-боровая, PnW – влажно-боровая, St – степная, MDr – сухо-луговая, MFr – свеже-луговая, Nt – нитрофильная, Wt – водно-болотная, Olg – олиготрофная эколого-ценотические группы. L – лишайники, Plt – политрихум, Sph – сфагновые мхи, GrM – зеленые мхи. Обозначения ландшафтных уровней см. в Табл. 2.

Таблица ПЗ. Изменение видового разнообразия растительности западного участка второй надпойменной террасы р. Воронежа (ЛЮ 1-1)

	I временной период		II временной период		III временной период	
Число описаний	4		45		103	
Видовая насыщенность	24,3±7,1		20,2±8,7		22,7±9,6	
Число видов яруса А:	2		6		5	
Pn	1		1		1	
Nm	1		4		2	
Br			1		2	
Число видов яруса В:	8		14		26	
Pn	3		3		3	
MDr	-		1		3	
MFr	-		-		1	
Br	2		4		4	
Nm	3		5		9	
Nt	-		1		2	
Adv	-		-		4	
Число видов яруса С (только травянистые):	46		118		191	
		%		%		%
PnD	16	34,8	19	16,1	26	13,6
PnF	1	2,2	2	1,7	2	1
PnW	-	-	-	-	3	1,6
MDr	11	23,9	26	22	33	17,3
MFr	4	8,7	20	16,9	36	18,8
St	8	17,4	17	14,4	24	12,6
Br	3	6,5	13	11	15	7,8
Olg	-	-	2	1,7	2	1
Nm	3	6,5	12	10,2	23	12
Nt	-	-	1	0,8	10	5,2
Wt	-	-	5	4,2	14	7,3
Adv	-	-	1	0,8	3	1,6
Видовая насыщенность	22,0±5,77		17,5±7,54		19,9±8,87	

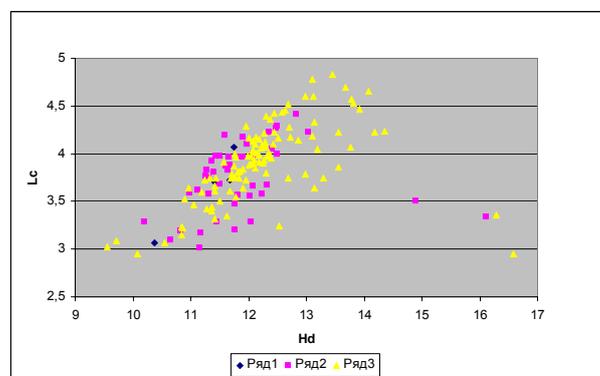
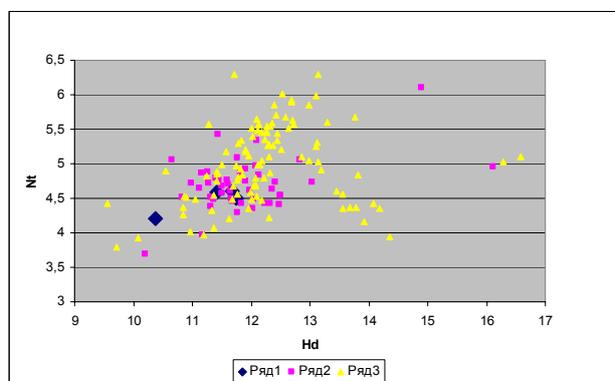


Рис. ПЗ. Экологическая характеристика ЛЮ 1-1, рассчитанная по шкалам Д.Н. Цыганова (1983). Nd - шкала увлажнения почвы: баллы 9 - 17 соответствуют лугово-степному – болотно-лесолуговому типу режима. Ls - шкала освещенности-затенения: баллы 3-5 соответствуют полуткрытым пространствам – светлым лесам. Nt - шкала богатства почв азотом: баллы 3-7 соответствуют очень бедным – достаточно обеспеченным азотом почвам. Ряд 1, 2, 3 – I, II, III временные периоды.

Таблица П4. Изменение видового разнообразия растительности восточного участка второй надпойменной террасы р. Воронежа (ЛУ 1-2)

	I временной период		II временной период		III временной период	
Число описаний	12		29		48	
Видовая насыщенность	35,3±9,2		25,3±8,2		23,8±9,0	
Число видов яруса А:	5		6		7	
Pn	1		1		1	
Nm	2		4		5	
Br	2		1		1	
Число видов яруса В:	17		18		20	
Pn	3		2			
MDr	2		2		3	
MFr					1	
Br	3		3		3	
Nm	7		10		9	
Nt	1		1		3	
Wt	1		-		-	
Adv	-		-		1	
Число видов яруса С (только травянистые):	122		116		140	
		%		%		%
PnD	15	12,3	15	12,9	10	7,1
PnF	4	3,3	3	2,6	3	2,1
PnW	-	-	-	-	-	-
MDr	22	18,0	18	15,5	18	12,9
MFr	25	20,5	22	19,0	31	22,1
St	11	9,5	7	6,0	9	6,4
Br	12	9,8	12	10,3	11	7,9
Olg	-	-	-	-	-	-
Nm	23	18,9	25	21,6	40	28,6
Nt	4	3,3	7	6,0	-	-
Wt	6	4,9	7	6,0	5	3,6
Adv	-	-	-	-	1	0,7
Видовая насыщенность	28,8±8,64		19,7±7,52		16,8±8,35	

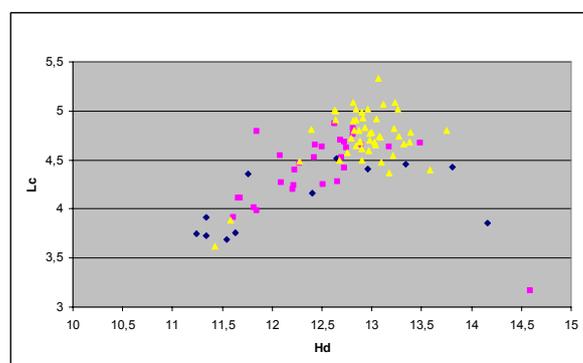
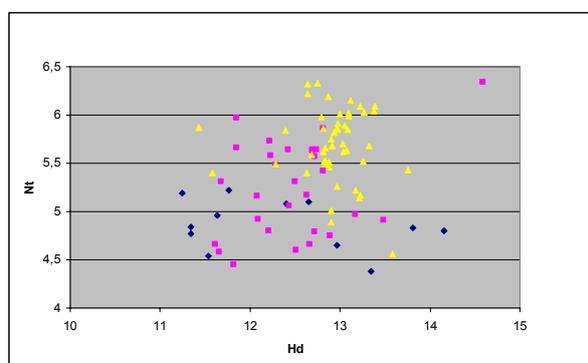


Рис. П4. Экологическая характеристика ЛУ 1-2, рассчитанная по шкалам Д.Н. Цыганова (1983). Nd - шкала увлажнения почвы: баллы 11 - 15 соответствуют сухолесолуговому – сыро-лесолуговому типу режима. Lc - шкала освещенности-затенения: баллы 3-5 соответствуют полуткрытым пространствам – светлым лесам. Nt - шкала богатства почв азотом: баллы 3-7 соответствуют очень бедным – достаточно обеспеченным азотом почвам. Синий, розовый, желтый – I, II, III временные периоды.

Таблица П5. Изменение видового разнообразия растительности пойм рек Усмань и Ивница (ЛУ 2)

	I временной период		II временной период		III временной период	
Число описаний	46		60		57	
Видовая насыщенность	23,0±7,7		20,5±6,6		22,8±9,7	
Число видов яруса А:	10		11		9	
Pn	1		1		1	
Nm	3		5		4	
Br	3		2		2	
Nt	3		2		2	
MDr			1			
Число видов яруса В:	17		22		24	
Pn	1					
MDr	1		1		3	
MFr						
Br	3		3		3	
Nm	7		12		12	
Nt	4		4		5	
Wt	1		2		1	
Число видов яруса С (только травянистые):	146		145		183	
		%		%		%
PnD	1	0,7	4	2,8	6	3,3
PnF	1	0,7	2	1,4	1	0,5
PnW						
MDr	10	6,8	11	7,6	11	6,0
MFr	25	17,1	25	17,2	39	21,3
St	2	1,4	2	1,4	8	4,4
Br	9	6,2	12	8,3	12	6,6
Olg	3	2,0	1	0,7	1	0,5
Nm	23	15,8	29	20	38	20,8
Nt	32	21,9	29	20	35	19,1
Wt	40	27,4	30	20,7	32	17,5
Видовая насыщенность	18,7±6,12		15,9±6,71		18,6±8,53	

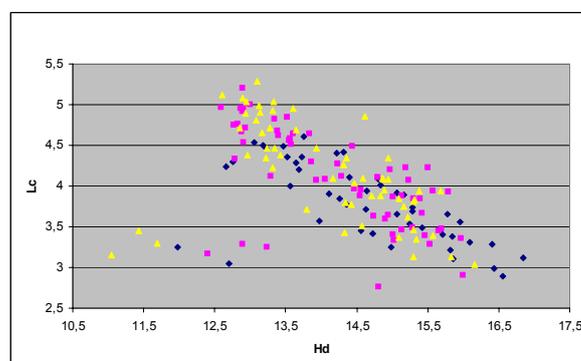
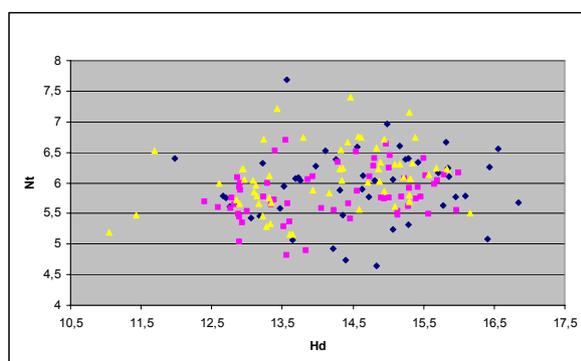


Рис. П5. Экологическая характеристика ЛУ 2, рассчитанная по шкалам Д.Н. Цыганова (1983). Hd - шкала увлажнения почвы: баллы 9 - 17 соответствуют лугово-степному – болотно-лесолуговому типу режима. Lc - шкала освещенности-затенения: баллы 3-5 соответствуют полуоткрытым пространствам – светлым лесам. Nt - шкала богатства почв азотом: баллы 3-7 соответствуют очень бедным – достаточно обеспеченным азотом почвам. Синий, розовый, желтый – I, II, III временные периоды.

Таблица Пб. Изменение видового разнообразия растительности останцов первой надпойменной террасы (ЛУ 2о)

	I временной период		II временной период		III временной период	
Число описаний	4		6		29	
Видовая насыщенность	30,5±9,3		20,8±5,4		21,2±11,1	
Число видов яруса А:	5		9		6	
Pn	1		1		1	
Nm	2		6		4	
Br	2		1		1	
Nt	-		1		-	
Число видов яруса В:	10		12		21	
Pn	1		-		1	
MDr	-		-		4	
MFr						
Br	2		2		3	
Nm	5		8		11	
Nt	1		2		2	
Wt	1		-		-	
Число видов яруса С (только травянистые):	86		47		137	
		%		%		%
PnD	13	15,1	3	6,4	19	13,9
PnF	1	1,2	1	2,1	3	2,2
PnW	-	-	-	-	2	1,5
MDr	19	22,1	4	8,5	24	17,5
MFr	14	16,3	8	17,0	17	12,4
St	12	13,9	1	2,1	15	10,9
Br	6	7,0	9	19,1	14	10,2
Nm	12	13,9	18	38,3	37	27,0
Nt	6	7,0	1	2,1	6	4,4
Wt	3	3,5	2	4,3	-	-
Видовая насыщенность	26,5±12,5		13,7±4,72		18,2±11,95	

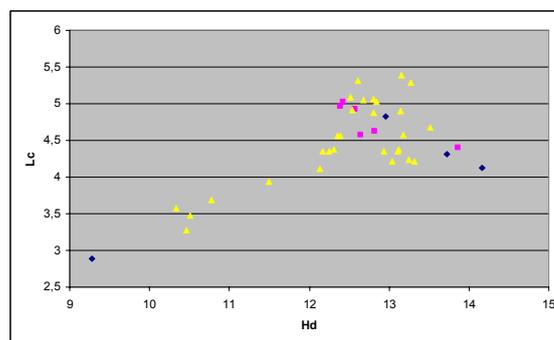
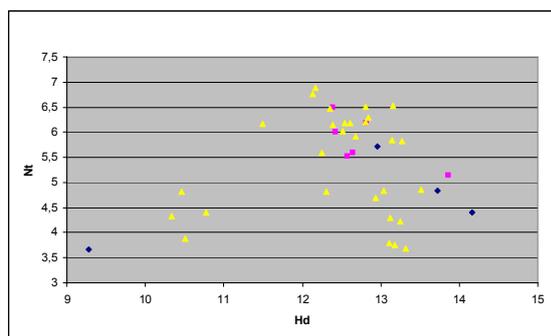


Рис. Пб. Экологическая характеристика ЛУ 2-о, рассчитанная по шкалам Д.Н. Цыганова (1983). Nd - шкала увлажнения почвы: баллы 9 - 15 соответствуют лугово-степному – сыро-лесолуговому типу режима. Lc - шкала освещенности-затенения: баллы 3-5 соответствуют полуоткрытым пространствам – светлым лесам. Nt - шкала богатства почв азотом: баллы 3-7 соответствуют очень бедным – достаточно обеспеченным азотом почвам. Синий, розовый, желтый – I, II, III временные периоды.

Таблица П7. Изменение видового разнообразия растительности третьей надпойменной террасы р. Воронежа (ЛУ 3)

	I временной период		II временной период		III временной период	
Число описаний	11		19		34	
Видовая насыщенность	35,8±8,7		25,3±6,8		24,0±8,5	
Число видов яруса А:	10		10		9	
Pn	1		1		1	
Nm	7		7		5	
Br	1		2		2	
Nt	1		-		1	
Число видов яруса В:	17		14		24	
Pn	3		1		2	
MDr	1		-		4	
MFr	1		-		-	
Br	3		3		4	
Nm	9		8		11	
Nt	-		2		2	
Adv	-		-		1	
Число видов яруса С (только травянистые):	115		97		115	
		%		%		%
PnD	10	8,7	14	14,4	8	7,0
PnF	2	1,7	2	2,1	1	0,9
PnW	-	-	-	-	-	-
MDr	23	20,0	15	15,5	19	16,5
MFr	29	25,2	15	15,5	20	17,4
St	9	7,8	9	9,3	4	3,5
Br	6	5,2	10	10,3	9	7,8
Olg	-	-	-	-	1	0,9
Nm	31	27,0	28	28,9	38	33,0
Nt	5	4,3	3	3,1	11	9,6
Wt	-	-	-	-	4	3,5
Adv	-	-	1	1,0	-	-
Видовая насыщенность	29,8±8,7		19,1±6,56		16,9±7,65	

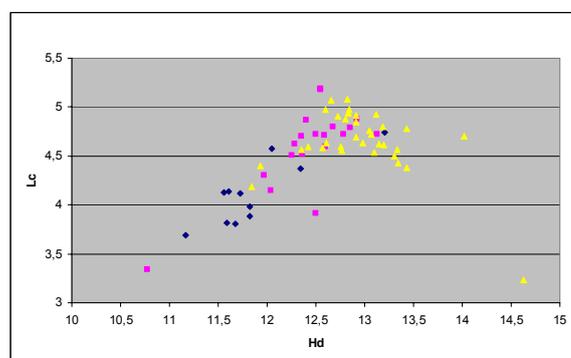
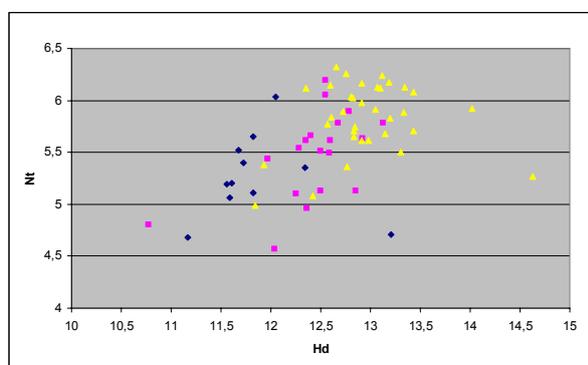


Рис. П7. Экологическая характеристика ЛУ 3, рассчитанная по шкалам Д.Н. Цыганова (1983). Nd - шкала увлажнения почвы: баллы 9 - 15 соответствуют лугово-степному – сыро-лесолуговому типу режима. Lc - шкала освещенности-затенения: баллы 3-5 соответствуют полуоткрытым пространствам – светлым лесам. Nt - шкала богатства почв азотом: баллы 3-7 соответствуют очень бедным – достаточно обеспеченным азотом почвам. Синий, розовый, желтый – I, II, III временные периоды.

Таблица П8. Изменение видового разнообразия растительности долин боковых притоков (ЛУ 4)

	I временной период		II временной период		III временной период	
Число описаний	5		25		27	
Видовая насыщенность	30,4±11,7		25,4±8,3		24,0±5,9	
Число видов яруса А:	4		10		9	
Pn	1		1		1	
MDr	-		-		-	
Nm	2		7		4	
Br	2		1		2	
Nt	-		1		1	
Wt	-		-		1	
Число видов яруса В:	14		15		23	
Pn						
MDr	1		1		2	
MFr	1		-		-	
Br	2		3		4	
Nm	8		9		12	
Nt	2		2		3	
Wt	-		-		-	
Adv	-		-		2	
Число видов яруса С (только травянистые):	75		160		170	
		%		%		%
PnD	1	1,3	7	4,4	4	2,3
PnF	1	1,3	1	0,6	2	1,2
PnW	-	-	-	-	2	1,2
MDr	4	5,3	22	13,7	10	5,9
MFr	12	16	51	31,9	43	25,3
St	-	-	11	6,9	10	5,9
Br	8	10,7	10	6,2	15	8,8
Olg	1	1,3	-	-	-	-
Nm	28	37,3	25	15,6	41	24,1
Nt	12	16,0	14	8,7	25	14,7
Wt	8	10,7	19	11,9	18	10,6
Видовая насыщенность	22,2±9,52		22,4±9,32		18,7±5,72	

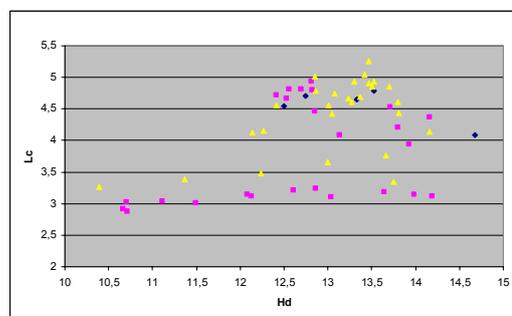
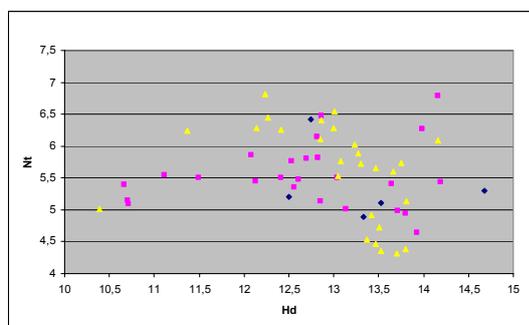


Рис. П8. Экологическая характеристика ЛУ 4, рассчитанная по шкалам Д.Н. Цыганова (1983). Hd - шкала увлажнения почвы: баллы 9 - 15 соответствуют лугово-степному – сыро-лесолуговому типу режима. Lc- шкала освещенности-затенения: баллы 3-5 соответствуют полуоткрытым пространствам – светлым лесам. Nt - шкала богатства почв азотом: баллы 3-7 соответствуют очень бедным – достаточно обеспеченным азотом почвам. Синий, розовый, желтый – I, II, III временные периоды.

Таблица П9. Изменение видового разнообразия растительности пологого уступа четвертой надпойменной террасы р. Воронежа (ЛУ 5)

	I временной период		II временной период		III временной период	
Число описаний	2		18		19	
Видовая насыщенность	37,0±2,8		24,2±6,3		24,2±7,8	
Число видов яруса А:	4		9		8	
Pn	1		1		1	
Nm	2		6		5	
Br	1		2		2	
Nt	-		-		-	
Число видов яруса В:	9		16		15	
Pn	3		2		2	
MDr	-		1		-	
MFr	-		-		-	
Br	1		2		1	
Nm	5		10		10	
Nt	-		1		-	
Adv	-		-		2	
Число видов яруса С (только травянистые):	43		82		70	
		%		%		%
PnD	5	11,6	10	12,2	8	11,4
PnF	-	-	1	1,2	-	-
PnW	-	-	-	-	-	-
MDr	8	18,6	12	14,6	10	14,3
MFr	9	20,9	17	20,7	12	17,1
St	4	9,3	9	11,0	3	4,3
Br	3	7,0	8	9,8	8	11,4
Olg	-	-	-	-	-	-
Nm	14	32,6	24	29,3	27	38,6
Nt	-	-	1	1,2	2	2,9
Wt	-	-	-	-	-	-
Adv	-	-	-	-	-	-
Видовая насыщенность	28,5±2,12		17,7±6,7		16,4±7,11	

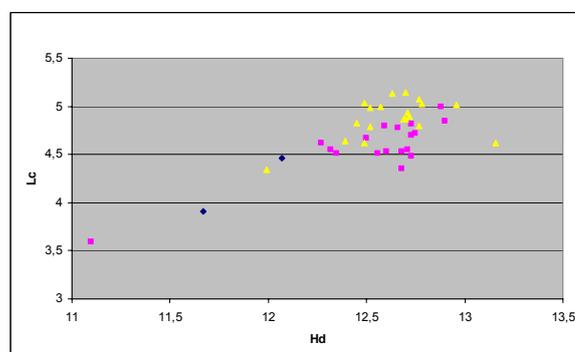
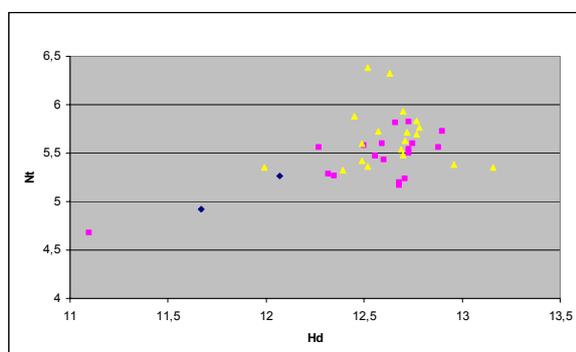


Рис. П9. Экологическая характеристика ЛУ 5, рассчитанная по шкалам Д.Н. Цыганова (1983). Hd - шкала увлажнения почвы: баллы 11 - 13 соответствуют сухолесолуговому – влажно-лесолуговому типу режима. Лс- шкала освещенности-затенения: баллы 3-5 соответствуют полуоткрытым пространствам – светлым лесам. Nt - шкала богатства почв азотом: баллы 3-7 соответствуют очень бедным – достаточно обеспеченным азотом почвам. Синий, розовый, желтый – I, II, III временные периоды.

Таблица П10. Изменение видового разнообразия растительности четвертой надпойменной террасы р. Воронежа (ЛУ 6-1)

	I временной период		II временной период		III временной период	
Число описаний	10		55		151	
Видовая насыщенность	25,4±7,9		20,1±8,2		18,5±8,3	
Число видов яруса А:	5		12		17	
Pn	1		1		1	
MDr	-		1		1	
Nm	3		7		9	
Br	1		2		4	
Nt	-		1		1	
Adv	-		-		1	
Число видов яруса В:	17		23		33	
Pn	3		3		3	
MDr	2		2		5	
MFr	-		-		-	
Br	3		4		5	
Nm	8		11		13	
Nt	-		2		2	
Wt	1		1		1	
Adv	-		-		4	
Число видов яруса С (только травянистые):	79		129		224	
		%		%		%
PnD	11	13,9	14	10,9	17	7,6
PnF	4	5,1	4	3,1	4	1,8
PnW	-	-	-	-	2	0,9
MDr	13	16,4	15	11,6	37	16,5
MFr	15	19,0	25	19,4	44	19,6
St	6	7,6	7	5,4	13	5,8
Br	9	11,4	11	8,5	16	7,1
Olg	-	-	6	4,6	4	1,8
Nm	17	21,5	31	24,0	49	21,9
Nt	3	3,8	8	6,2	14	6,3
Wt	1	1,3	8	6,2	19	8,5
Adv	-	-	-	-	5	2,2
Видовая насыщенность	19,8±7,12		14,5±7,12		14,1±7,4	

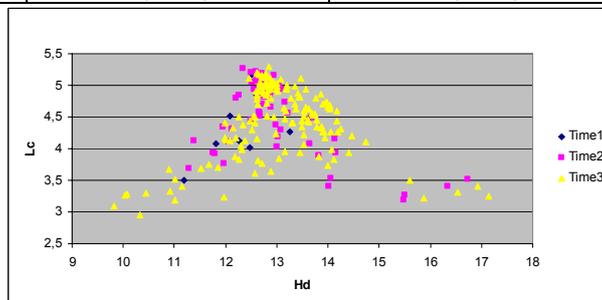
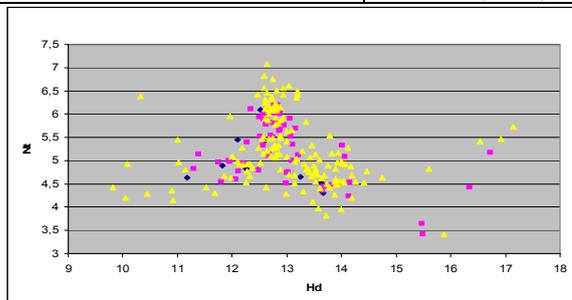


Рис. П10. Экологическая характеристика ЛУ 6-1, рассчитанная по шкалам Д.Н. Цыганова (1983). Hd - шкала увлажнения почвы: баллы 9 - 17 соответствуют лугово-степному – болотно-лесолуговому типу режима. Лс- шкала освещенности-затенения: баллы 3-5 соответствуют полуоткрытым пространствам – светлым лесам. Nt - шкала богатства почв азотом: баллы 3-7 соответствуют очень бедным – достаточно обеспеченным азотом почвам. Синий, розовый, желтый – I, II, III временные периоды.

Таблица П11. Изменение видового разнообразия восточного водораздельного участка (ЛУ 6-2)

	I временной период		II временной период		III временной период	
Число описаний	1		5		50	
Видовая насыщенность	23,0±0		33,6±8,2		17,2±6,8	
Число видов яруса А:	4		4		13	
Pn	-		1		1	
MDr	-		-		1	
Nm	4		2		7	
Br	-		1		2	
Nt	-		-		2	
Число видов яруса В:	1		11		21	
Pn	-		-		1	
MDr	-		1		3	
MFr	-		-		1	
Br	-		3		3	
Nm	-		6		10	
Nt	-		-		1	
Wt	1		1		-	
Adv	-		-		1	
Число видов яруса С (только травянистые):	17		78		148	
		%		%		%
PnD	1	5,9	12	15,4	15	10,1
PnF	1	5,9	1	1,3	3	2,0
PnW	-	-	-	-	-	-
MDr	1	5,9	11	14,1	17	11,5
MFr	-	-	18	23,1	30	20,3
St	-	-	7	9,0	9	6,1
Br	4	23,5	9	11,5	12	8,1
Olg	-	-	-	-	1	0,7
Nm	7	41,2	14	17,9	39	26,3
Nt	2	11,8	3	3,8	13	8,8
Wt	1	5,9	2	2,6	9	6,1
Adv	-	-	1	1,3	-	-
Видовая насыщенность	17,0±0		28,0±7,21		13,1±6,25	

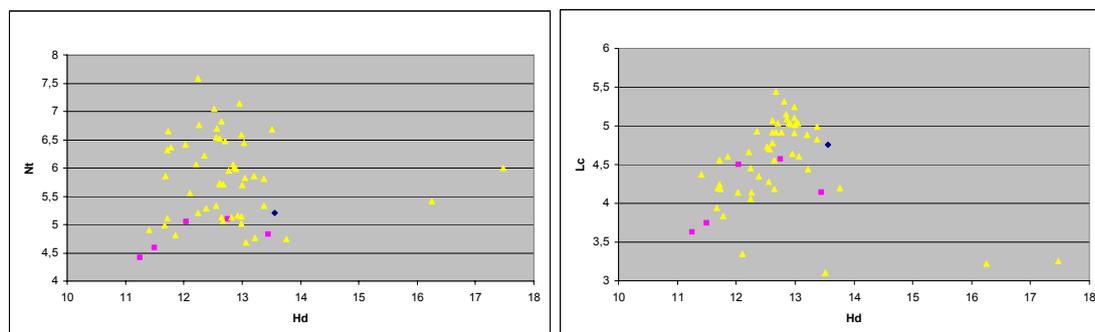


Рис. П11. Экологическая характеристика ЛУ 6-2, рассчитанная по шкалам Д.Н. Цыганова (1983). Nd - шкала увлажнения почвы: баллы 11 - 17 соответствуют сухолесолуговому – болотно-лесолуговому типу режима. Lc- шкала освещенности-затенения: баллы 3-5 соответствуют полуткрытым пространствам – светлым лесам. Nt - шкала богатства почв азотом: баллы 3-7 соответствуют очень бедным – достаточно обеспеченным азотом почвам. Синий, розовый, желтый – I, II, III временные периоды.

Таблица П12. Изменение видового разнообразия растительности покато-ступенчатого уступа долины р. Усмани (ЛУ 7)

	I временной период		II временной период		III временной период	
Число описаний	12		48		59	
Видовая насыщенность	28,1±7,9		23,4±6,4		22,8±6,5	
Число видов яруса А:	7		11		10	
Pn	5		7		7	
MDr	-		-		-	
Nm	5		7		7	
Br	1		2		2	
Nt	-		1		-	
Число видов яруса В:	20		22		23	
Pn	2		3		3	
MDr	1		1		2	
MFr	1		1		-	
Br	2		3		3	
Nm	11		12		13	
Nt	2		2		2	
Wt	1		-		-	
Adv	-		-		-	
Число видов яруса С (только травянистые):						
		%		%		%
PnD	6	5,7	7	7,2	10	6,6
PnF	2	1,9	1	1,0	1	0,7
PnW	-	-	-	-	-	-
MDr	11	10,5	15	15,5	12	7,9
MFr	21	20	19	19,6	26	17,2
St	4	3,8	5	5,1	11	7,3
Br	11	10,5	10	10,3	9	6,0
Olg	-	-	-	-	-	-
Nm	32	30,5	32	33,0	51	33,8
Nt	12	11,4	7	7,2	20	13,2
Wt	6	5,7	1	1,0	11	7,3
Adv	-	-	-	-	-	-
Видовая насыщенность	21,1±6,64		16,2±7,09		17,0±6,01	

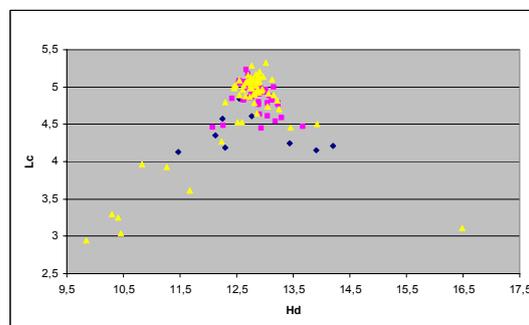
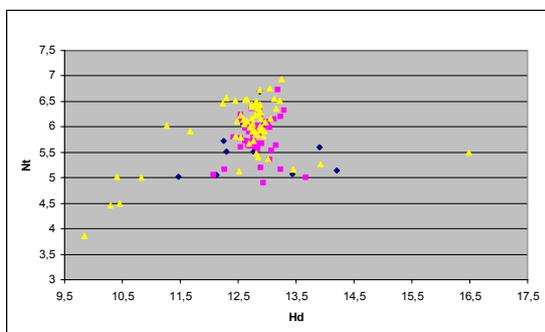


Рис. П12. Экологическая характеристика ЛУ 7, рассчитанная по шкалам Д.Н. Цыганова (1983). Hd - шкала увлажнения почвы: баллы 9 - 17 соответствуют лугово-степному – болотно-лесолуговому типу режима. Lc- шкала освещенности-затенения: баллы 3-5 соответствуют полуоткрытым пространствам – светлым лесам. Nt - шкала богатства почв азотом: баллы 3-7 соответствуют очень бедным – достаточно обеспеченным азотом почвам. Синий, розовый, желтый – I, II, III временные периоды.

Таблица П13. Изменение видового разнообразия растительности второй надпойменной террасы р. Усмани (ЛУ 8)

	I временной период		II временной период		III временной период	
Число описаний	21		14		22	
Видовая насыщенность	25,0±9,2		22,1±3,9		21,0±7,3	
Число видов яруса А:	9		9		9	
Pn	1		1		1	
MDr	-		-		-	
Nm	4		6		6	
Br	2		1		2	
Nt	2		1		-	
Число видов яруса В:	20		16		21	
Pn	3		-		-	
MDr	1		-		1	
MFr	-		1		1	
Br	3		3		3	
Nm	11		11		12	
Nt	1		1		3	
Wt	1		-		-	
Adv	-		-		1	
Число видов яруса С (только травянистые):	127		67		86	
		%		%		%
PnD	16	12,6	5	7,5	3	3,5
PnF	4	3,1	1	1,5	2	2,3
PnW	-	-	-	-	2	2,3
MDr	17	13,4	6	9,0	2	2,3
MFr	23	18,1	13	19,4	9	10,5
St	10	7,9	1	1,5	-	-
Br	12	9,4	8	11,9	13	15,1
Olg	-	-	-	-	1	1,2
Nm	31	24,4	24	35,8	38	44,2
Nt	10	7,9	7	10,4	13	15,1
Wt	4	3,1	1	1,5	3	3,5
Adv	-	-	1	1,5	-	-
Видовая насыщенность	19,4±8,18		15,1±3,7		14,9±5,77	

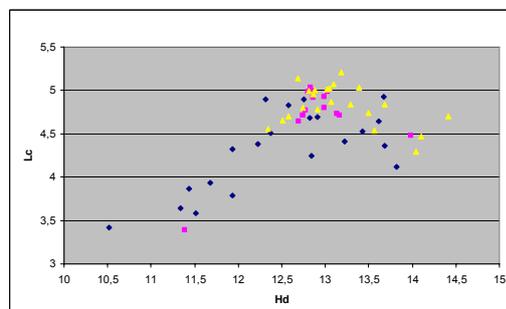
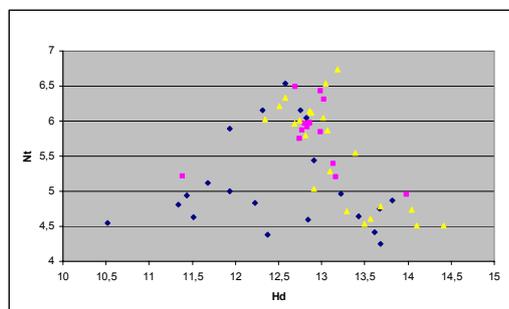


Рис. П13. Экологическая характеристика ЛУ 8, рассчитанная по шкалам Д.Н. Цыганова (1983). Nd - шкала увлажнения почвы: баллы 9 - 15 соответствуют лугово-степному – сыро-лесолуговому типу режима. Lc- шкала освещенности-затенения: баллы 3-5 соответствуют полуоткрытым пространствам – светлым лесам. Nt - шкала богатства почв азотом: баллы 3-7 соответствуют очень бедным – достаточно обеспеченным азотом почвам. Синий, розовый, желтый – I, II, III временные периоды.