



ЭКОЛОГИЯ

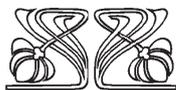
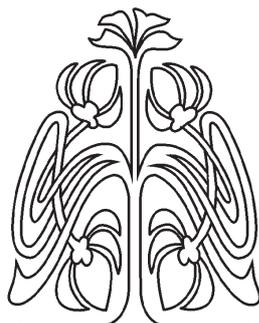
УДК [591.4:591.5] (470.44)

ОЦЕНКА ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ ПТИЦ И МЛЕКОПИТАЮЩИХ И ПРОГНОЗ ЕГО ИЗМЕНЕНИЯ В ЗОНЕ СТРОИТЕЛЬСТВА МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА В ЮЖНОЙ ЧАСТИ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

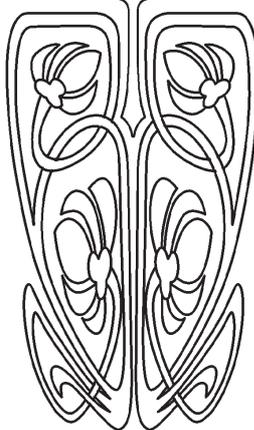
А. В. Беляченко¹, Г. В. Шляхтин¹, Е. Ю. Мосолова¹,
М. А. Березуцкий¹, Н. В. Машурчак¹, А. Е. Баталов²

¹Саратовский государственный университет
E-mail: biofac@sgu.ru

²Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова
E-mail: batalov.ae@petergaz.com



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ



Исследовано пространственное размещение видовой плотности птиц и млекопитающих в 3-километровой зоне возможного влияния магистрального газопровода. Положительные аномалии отличаются превышением видового разнообразия над фоновым региональным уровнем. Они связаны с овражными и нагорными лесами долин рек Медведицы, Карамыша, Малего и Большого Кольшлея; пойменными лесами Карамыша. Локальные пики видовой плотности сопряжены с прибрежно-водными экосистемами рек Малая Идолга и Идолга. Отрицательные аномалии видовой плотности связаны с агроценозами, которые занимают около 50% площади зоны возможного влияния газопровода. При строительстве прогнозируется уменьшение разнообразия сообществ птиц и млекопитающих в непосредственной близости от трассы газопровода из-за необратимого разрушения местообитаний животных. Площадь таких территорий не превысит долей процента от площади зоны возможного влияния. Альфа- и бета-разнообразие сообществ птиц и млекопитающих будет нарушено в гораздо меньшей степени и после завершения строительства газопровода полностью восстановится через 4–5 лет.

Ключевые слова: птицы, млекопитающие, аномалии видового разнообразия альфа- и бета-разнообразия, леса, агроценозы, газопровод.

Evaluation of the Specific Diversity of Birds and Mammals and a Forecast of its Change in the Building Zone of a Gas Main in the Southern Volga Highland

**A. V. Belyachenko, G. V. Shlyakhtin, E. Yu. Mosolova,
M. A. Berezutsky, N. V. Mashurchak, A. E. Batalov**

The spatial location of the specific density of birds and mammals in the 3-km zone of the possible influence of a gas main was studied. Positive anomalies feature an excess of the specific diversity over its background regional level. They are associated with the gully and upland forests of the Medveditsa, Karamysh, Malyi and Bolshoy Kolyshley river valleys and with the flood-land forests of the Karamysh river. Local peaks of the specific density are conjugated with the riverside-aquatic ecosystems of the Malaya Idolga and Idolga rivers. Negative anomalies of the specific density are related to agrocenoses which occupy ca. 50% of the area of the possible influence zone of the gas main. A decrease in the diversity of the bird and mammal communities is forecasted at the building of this gas main near it due to the future irreversible destruction of animal habitats. The area of these territories won't exceed few fractions of a per cent of the area of the possible influence zone. The alpha and beta diversity of birds and mammals will be disturbed insignificantly and will be fully restored in 4–5 years after the completion of the gas main building.

Key words: birds, mammals, specific diversity anomalies, alpha- and beta-diversity, forests, agrocenoses, gas main.



Введение

Масштабное строительство транспортных систем, в том числе и газопроводов, неизбежно оказывает воздействие на окружающую среду. Оно может быть далеко неоднозначным, поскольку магистральный газопровод (МГ) пересекает в пределах Саратовской области как малонарушенные естественные ландшафты, где строительство приведет к негативным последствиям, так и сильно трансформированные агроценозы, в которых исходное разнообразие естественных компонентов уже и так сильно обеднено.

Одним из самых широко применяемых и надежных показателей изменения состояния экосистемы является динамика видового разнообразия позвоночных животных. Особенно показательным в этом отношении выступает изменение видового состава различных эколого-таксономических групп организмов, по-разному реагирующих на внешние факторы: например, виды-эврибионты и стенобионты, редкие уязвимые и синантропные животные. Проследив пространственно-временную динамику видового разнообразия сообществ птиц и млекопитающих, становится возможным дать прогноз основных трендов трансформаций экосистем в целом. Объективной фактической базой такого рода исследований является знание детального распределения видового разнообразия позвоночных животных в районе предполагаемого воздействия на природные системы. С другой стороны, очень ценный прогностический материал для конкретного строительного участка МГ можно получить, исследуя изменения видового разнообразия относительно фонового регионального уровня на давно построенных и эксплуатируемых аналогичных объектах, находящихся в районе исследования.

Целью настоящей работы являлся анализ современного состояния видового разнообразия наземных позвоночных животных в зоне возможного воздействия (ЗВВ) МГ и прогностическая модель его изменений в результате строительства.

Материал и методы

Полевые материалы собирались в разные периоды и разными методами в результате стационарных и экспедиционных исследований широким кругом ученых. Поэтому по своему происхождению, а также полноте и достоверности первичные данные достаточно неоднородны. Во-первых, для оценки фонового регионального видового разнообразия позвоночных животных привлекались полевые сборы, которые подробно описаны [1]. Во-вторых, кроме собственных материалов для анализа пространственного размещения птиц и млекопитающих на территории

южной части Приволжской возвышенности были обработаны опубликованные данные других исследователей [2–11]. В-третьих, непосредственно в ЗВВ МГ и смежных с ней районах позвоночные животные исследовались авторами статьи в репродуктивные и пострепродуктивные периоды 2009–2011 гг. В последний год этого временного отрезка изучение современного состояния растительного и животного мира осуществлялось в 3-километровой ЗВВ проектируемого объекта МГ в Петровском, Аткарском, Татищевском и Лысогорском районах Саратовской области. Для выявления видового состава животных применялись традиционные прямые и косвенные методы. К первым из них относятся отловы позвоночных различными способами, а также визуальное и акустическое их определение. Косвенные методы включали поиск и наблюдения за разнообразными следами жизнедеятельности животных (табл. 1).

Таблица 1
Количество особей и видов животных, учтенных различными методами в ЗВВ МГ и прилегающих районах в период исследований (2009–2011 гг.)

Метод учета	Количественная характеристика метода учета	Количество учтенных	
		особей	видов
Птицы			
Маршрутный	153 км	1150	82
Точечный	550 точек	1050	132
Картирование гнездовых участков	123 участков	160	26
Млекопитающие			
Отлов на ловушко-линиях	500 ловушко-суток	58	9
Отлов конусами	180 ловушко-суток	32	5
Наблюдения за животными и следами их жизнедеятельности	130 ч	76	26

Специальные исследования были посвящены выявлению особенностей местообитаний животных. С этой целью проводились флористические и геоботанические описания пробных площадок (всего 64), заложенных в различных фитоценозах.

Пространственное размещение наземных позвоночных животных в ЗВВ МГ изучалось методами математико-картографического моделирования [12, 13]. Поскольку наивысшее видовое разнообразие в районе исследования характерно для птиц и млекопитающих, моделировалось пространственное размещение в ЗВВ именно этих животных, а информация по амфибиям и рептилиям непосредственно в расчетах не использовалась, но учитывалась в итоговых моделях. Для построения



картографических моделей применялись следующие карты: «Эколого-ресурсный атлас Саратовской области» масштаб 1:500000 [14], «Атлас Саратовской области» масштаб 1:200000 [15], «Карта Саратовской области» масштаб 1:200000 [16]. Оцифрованные картографические материалы (электронная карта России, выполненная в проекции Красовского в координатах 1942 г., масштаб 1:500000, листы № 38, М38) обрабатывались с помощью пакета MapInfo Professional 7.0 и приложения Vertical Mapper 3.0. В результате была получена электронная карта района исследования в масштабе 1:200000. Однако на этой картографической основе, как и на любой другой физико-географической карте, отсутствовала важная информация о размещении агроценозов, сохранившихся степей, оврагов, технических сооружений. Поэтому имеющееся векторное изображение было дополнено многими деталями. С этой целью к карте привязывались космические снимки с пространственным разрешением до 15 м, имеющиеся в свободном доступе в Интернете, а затем в среде MapInfo 7.0 изображения оцифровывались и строились векторные полигоны, соответствующие границам выделенных ранее местообитаний растений и животных.

В качестве оценки видового богатства позвоночных животных применялся известный показатель: количество видов на квадратный километр местообитания или видовая плотность [17]. При этом не учитывалась вторая составляющая видового разнообразия – выравненность видов по обилию. Данные о количестве видов птиц и млекопитающих в разных местообитаниях наносились на оцифрованную карту в виде точек, находящихся по углам квадратов 1×1 км. По этим

первичным материалам в среде Vertical Mapper 3.0 были построены изолинии, соответствующие тем или иным значениям плотности видов вокруг ЗВВ, и получены исходные карты распределения видового разнообразия птиц и млекопитающих. В результате математического преобразования каждой исходной поверхности были получены два изображения: фоновой поверхности видовой плотности, которая показывает размещение главных, наиболее заметных ее пространственных неоднородностей, и остаточной поверхности, где проявляются второстепенные детали изменений видовой плотности. Для построения фоновой поверхности использовался способ «скользящего окна», при котором в каждом квадрате 5×5 км рассчитывалось среднее значение видовой плотности по точкам пересечений квадратов 1×1 км первичных данных. Разности между фактическими и осредненными значениями в каждой точке позволили построить карту остаточной поверхности. На ней выделяются как отрицательные, так и положительные аномалии видовой плотности, которые показывают, насколько остаточная поверхность отличается от фоновой в каждой конкретной точке пространства.

Результаты исследований

Пространственное размещение видовой плотности птиц и млекопитающих в южной части Приволжской возвышенности в границах Саратовской области было изучено ранее [1, 18]. Поскольку МГ проходит именно по этой уже исследованной территории, вполне возможно использовать результаты предшествующих работ для оценки современного состояния биоты в ЗВВ и прогнозов его изменения (рис. 1).

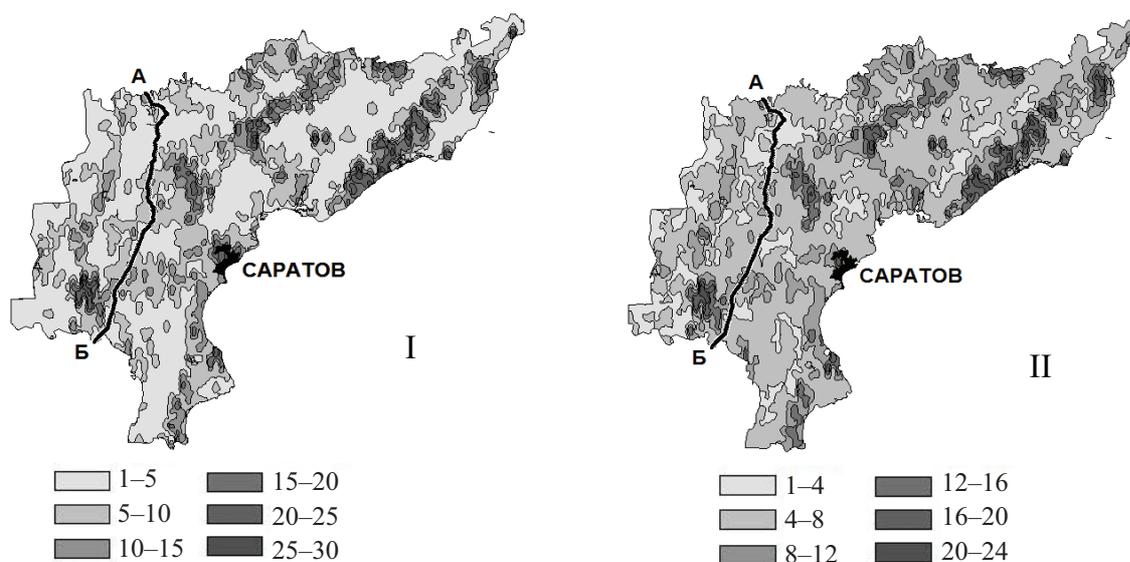


Рис. 1. Поверхности видового разнообразия птиц (I) и млекопитающих (II) южной части Приволжской возвышенности, виды/км² [1]: А–Б – трасса и зона возможного воздействия магистрального газопровода соответственно



Анализ имеющихся геоморфологических данных показывает, что южная часть Приволжской возвышенности имеет сложную структуру. На ее территории выделяется три древних поверхности выравнивания различного возраста и сложного происхождения. Верхняя поверхность выравнивания олигоценового возраста, средняя поверхность раннеплиоценовая, третья, самая низкая, распространена почти повсеместно и охватывает наибольшую площадь Приволжской возвышенности акачагыльского возраста [19].

Средняя поверхность преобладает в восточной части бассейна р. Медведицы, где размещена ЗВВ МГ. Она представляет собой плоскую или слабо ступенчатую равнину, которая постепенно понижается в сторону речных долин рек Медведицы, Карамыша, Идолги, Большого Кошлышля. На всех трех поверхностях размещены разнообразные фитоценозы как естественного, так и искусственного происхождения. К первым относятся леса и степи различных типов, ко вторым – абсолютно преобладающие по площади агроценозы, включающие многочисленные возделываемые сельскохозяйственные угодия и разновозрастные залежи.

Сложная ландшафтная структура района исследования определяет неравномерное распределение видов птиц и млекопитающих (см. рис. 1). Закономерности пространственного размещения плотности видов птиц и млекопитающих показывают значительное сходство, однако высокая дисперсность исходного изображения усложняет биологическую интерпретацию результатов картографирования. Установлено, что участки с высокой плотностью видов связаны с лесами наибольшей площади в 100–250 км², расположенных по восточным склонам раннеплиоценовой и олигоценовой поверхностей Волжско-Донского водораздела, Хвалынским и Змеевым горам (Терсинско-Терешкинский и Волго-Терешкинский водоразделы), Приволжским венцам, а также в пойме среднего течения р. Медведицы.

Плотность видов снижается в лесах небольшой площади (15–45 км²), приуроченных к овражно-балочной сети по правым берегам долин рек Латрыка, Идолги, Большого Кошлышля и Карамыша. Трасса МГ частично проходит по этим участкам. Самая низкая плотность видов характерна для территорий, занятых агроценозами. Эти участки размещены в долинах рек Медведицы, Карамыша, Сосновки, Большого Кошлышля, левобережным надпойменным террасам р. Медведицы, а также по Латрыко-Идолгинскому, Кошлышлейско-Сосновскому и Курдюмо-Чардымскому водоразделам. Значительная часть ЗВВ МГ занимает именно эти территории.

Зона возможного влияния МГ на поверхностях видовых плотностей представляет собой сложный полигон длиной 174 км, шириной 3 км и площадью около 500 км². С помощью картографического анализа возможно оценить доли площадей ЗВВ, соответствующих различным уровням плотностей птиц и млекопитающих (см. рис. 1). Градации плотностей соответствуют легенде (см. рис. 1), а результаты расчетов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Сравнительные доли площадей поверхностей с различной видовой плотностью птиц и млекопитающих в ЗВВ МГ на Приволжской возвышенности, %

Средняя плотность, виды/км ²	Доля площади в ЗВВ, %	Доля площади на территории Приволжской возвышенности, %
Птицы		
1–5	48	50
5–10	38	32
10–15	8	11
15–20	5	4
20–25	1	2
25–30	0	1
Млекопитающие		
1–4	46	30
4–8	44	41
8–12	18	20
12–16	2	6
16–20	0	2
20–24	0	1

Сравнительный анализ приведенных выше материалов показывает, что планируемая трасса МГ и его ЗВВ пройдут по участкам Приволжской возвышенности, отличающихся пониженным видовым разнообразием птиц и млекопитающих. Так, видовая плотность птиц здесь составит в среднем от 3 до 15 видов/км², млекопитающих – от 2 до 12 видов/км² соответственно. Таким образом, территории, где видовое разнообразие этих животных особенно велико, нарушены строительством МГ не будут.

Особенности зонального распределения видового разнообразия птиц и млекопитающих выявлялись с помощью построения фоновых поверхностей (рис. 2).

Структуры поверхностей показывают, что на Приволжской возвышенности в границах Саратовской области отсутствуют выраженные зональные особенности распределения фонового видового разнообразия птиц и млекопитающих. Наиболее значимыми факторами, влияющими на это распределение в ЗВВ МГ, оказываются геоморфологические и фитоценологические эле-

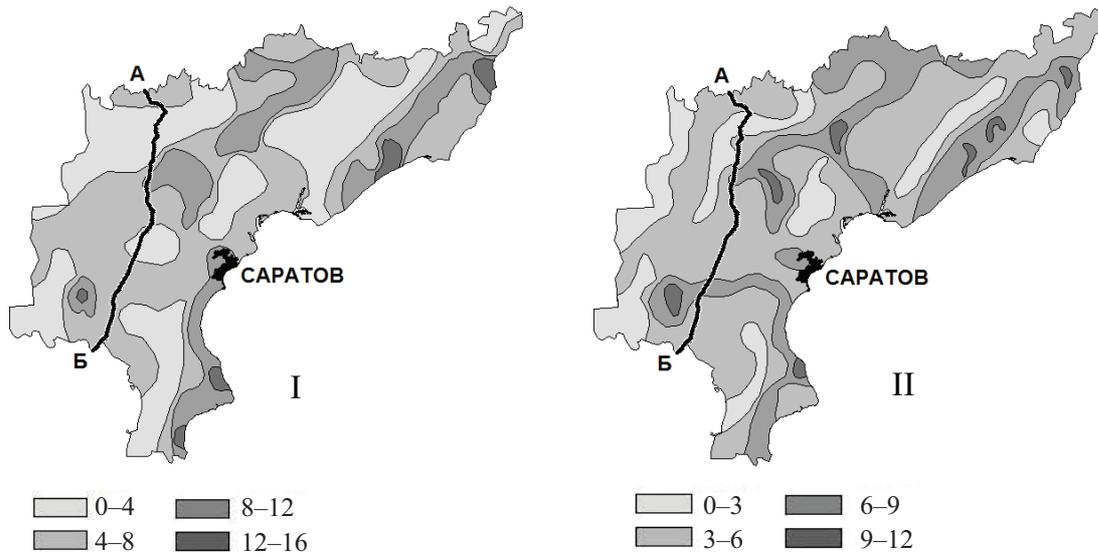


Рис. 2. Фоновые поверхности видового разнообразия птиц (I) и млекопитающих (II) южной части Приволжской возвышенности, виды/км² [1]: А-Б – трасса и зона возможного воздействия магистрального газопровода соответственно

менты ландшафтов долин наиболее крупных рек: Медведицы, Карамыша, Идолги и Большого Кольшля. При продвижении с севера к югу вдоль ЗВВ выделяются следующие компоненты фоновых поверхностей: область пониженного разнообразия, обусловленная наличием крупных агроценозов в верховьях р. Медведицы; область,

лежащая южнее, с более высоким разнообразием, связанным с наличием лесов по склонам долин рек Большого Кольшля и Карамыша.

Вычисление разности между точками исходной и фоновой поверхностей позволило построить остаточную поверхность видовых плотностей (рис. 3).

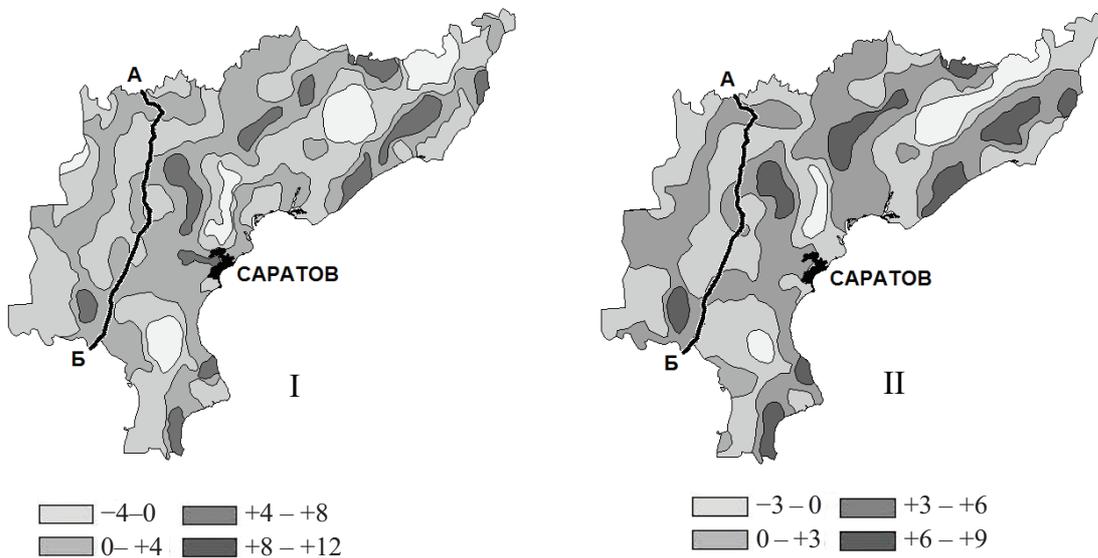


Рис. 3. Остаточные поверхности видового разнообразия птиц (I) и млекопитающих (II) южной части Приволжской возвышенности, виды/км² [1]: А-Б – трасса и зона возможного воздействия магистрального газопровода соответственно

Поверхности включают участки, на которых значения плотностей заметно отличаются в положительную (+8 – +12 видов у птиц и +6 – +9 видов у млекопитающих) или отрицательную

(– 4 – 0 видов у птиц и – 3 – 0 видов у млекопитающих) сторону от фоновой поверхности. Такие отклонения интерпретируются как пространственные аномалии видовой плотности [12].



Размещение аномалий у птиц и млекопитающих оказалось сходным. Выявлены хорошо заметные сопряженности этих участков с локальными особенностями ландшафтов в ЗВВ МГ. Так, с севера к югу прослеживаются четко выраженные неоднородности остаточных поверхностей. На самом севере ЗВВ МГ пересекает положительную *Петровскую* аномалию, связанную с крупными массивами лесов на правом склоне верховий долины р. Медведицы и в долине р. Таузы. Особенно велика видовая плотность птиц и млекопитающих в лесу Черном. Далее к югу ЗВВ проходит через обширные агроценозы, где видовая плотность непосредственно обитающих в них птиц и млекопитающих минимальна. Именно здесь формируется отрицательная *Озеркинская* аномалия. Еще южнее ЗВВ вновь пересекает положительную аномалию, которая пространственно сопряжена с участками лесов на правом склоне долины р. Малый Кольшлей, лесами в междуречье рек Малого и Большого Кольшлеев, а также лесами по оврагам правого склона долины р. Малая Идолга. Южнее железной дороги Саратов–Аткарск наблюдается крупная *Кологривовско-Куликовская* отрицательная аномалия видовой плотности. Здесь ЗВВ МГ пересекает долину р. Идолги, пологие склоны которой повсеместно распаханы и в настоящее время заняты преимущественно залежами различного возраста.

Южнее автотрассы Саратов–Лысье Горы, на правых склонах долины р. Карамыша в бассейне р. Двоенка выделяется обширная *Карамышская* положительная аномалия, через которую проходит ЗВВ. Пространственно эта аномалия связана с лесами Малиновым, Чунаки и пойменными ольшаниками р. Карамыша. Далее к югу ЗВВ проходит по левобережным надпойменным террасам р. Медведицы, по восточным границам *Белозерской* положительной аномалии, сопряженной с пойменными комплексами р. Медведицы.

Для получения более точной и детальной картины распределения аномалий видовых плотностей птиц и млекопитающих по ЗВВ МГ был увеличен масштаб картирования. Данные по видовому составу, полученные в результате экспедиционных учетов в различных местообитаниях, экстраполировались на квадраты 500×500 м, лежащих внутри ЗВВ. По точкам, расположенным в углах таких квадратов, строились исходные поверхности видовых плотностей птиц и млекопитающих. Сравнительные региональные данные по распределению видовых плотностей (фоновые поверхности) были взяты из [1, 18] (см. рис. 2). Для получения ландшафтной привязки данные по распределению остаточных и фоновых видовых плотностей были сопряжены с продольным профилем ЗВВ, где обозначены элементы гидрографической сети исследованного региона (рис. 4).

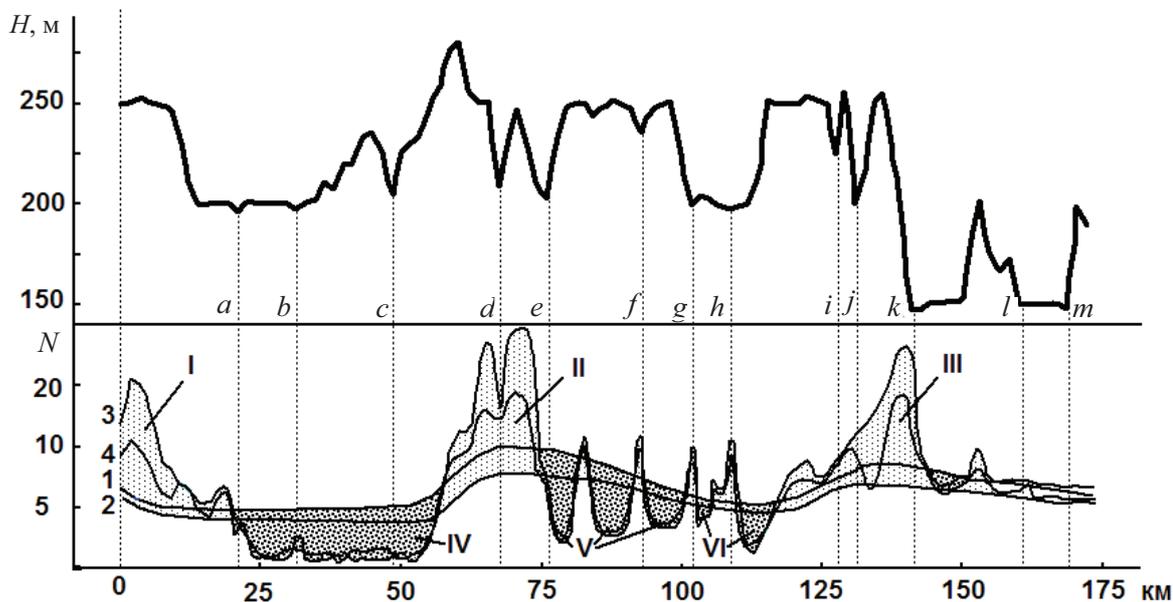


Рис. 4. Пространственная взаимосвязь рельефа (H , м) и гидрологической сети ЗВВ МГ с различными поверхностями видовой плотности птиц и млекопитающих (N , виды/км²): гидрологическая сеть: *a* – р. Медведица, *b* – р. Казачка, *c* – р. Мокрая, *d* – р. Малый Кольшлей, *e* – р. Большой Кольшлей, *f* – балка Большой Мордовин, *g* – р. Малая Идолга, *h* – р. Идолга, *i* – балка Поганая, *j* – р. Сухая Двоенка, *k* – р. Карамыш, *l* – р. Большая Копенка, *m* – р. Мокрая Песковатка; фоновые поверхности: 1 – птиц, 2 – млекопитающих; остаточные поверхности: 3 – птиц, 4 – млекопитающих; положительные аномалии видовых плотностей птиц и млекопитающих (мелкие точки): I – Петровская, II – Кольшлейская, III – Карамышская; отрицательные аномалии видовых плотностей птиц и млекопитающих (крупные точки): IV – Озеркинская, V – Варыпаевская, VI – Кологривовско-Куликовская



Оценка возможного влияния МГ проводилась отдельно для каждой положительной или отрицательной аномалии видовой плотности. Поскольку аномалии связаны с разными структурными элементами ландшафтов, в их составе присутствуют различные сообщества видов, которые могут проявлять специфические реакции на негативное воздействие МГ. Кроме того, изучая изменения видového разнообразия сообществ, необходимо учитывать пространственный масштаб влияния МГ. Очевидно, что его строительство может целиком разрушить небольшие мозаичные местообитания животных, лишь частично нарушить крупные однородные урочища и затронуть в минимальной степени группы сходных урочищ или отдельные ландшафты.

В этой связи видовой разнообразие целесообразно оценивать в определенных территориальных границах. Мы выбрали классическую концепцию Р. Уиттекера [20, 21]: самый низкий уровень соответствует точечному разнообразию отдельного микроместообитания или единичной выборке из однородного местообитания, второй уровень – разнообразие видов в однородном местообитании (альфа-разнообразии), третий уровень – дифференцированность видов по градиенту экологического фактора в урочище или сходных местообитаниях (бета-разнообразии). В каждой аномалии проводились точечные учеты птиц и млекопитающих (см. табл. 1) в непосредственной близости от трассы проектируемого газопровода

по трансектам протяженностью 150–200 м. Результаты каждого учета соответствовали точечному разнообразию. Объединение данных нескольких учетов внутри однородного местообитания в 3-километровой ЗВВ МГ интерпретировалось как альфа-разнообразие. Наконец, бета-разнообразие определялось как суммарное видовое богатство птиц и млекопитающих в урочищах значительной протяженности, расположенных вдоль трассы МГ в границах ЗВВ.

Прогноз возможных изменений компонентов окружающей среды в результате строительства и эксплуатации МГ облегчается тем, что проектируемый газопровод в границах Саратовской области будет проложен параллельно и в непосредственной близости от уже существующего газопровода высокого давления. Этот действующий газопровод строился в 2005–2006 гг. Изучив современное распределение различных типов видového разнообразия птиц и млекопитающих вокруг него, вполне возможно дать объективный прогноз воздействия строительных работ уже нового газопровода на отдельные природные компоненты.

Петровская, Кошыллейская и Карамышская положительные аномалии. Включают крупные сообщества птиц и млекопитающих, связанные с нагорными, байрачными, пойменными лесами и сохранившимися степями. Закономерности распределения типов разнообразия в ЗВВ МГ проследим на примере сообщества птиц нагорного леса, расположенного в 6.5 км к северу от г. Петровска (рис. 5).

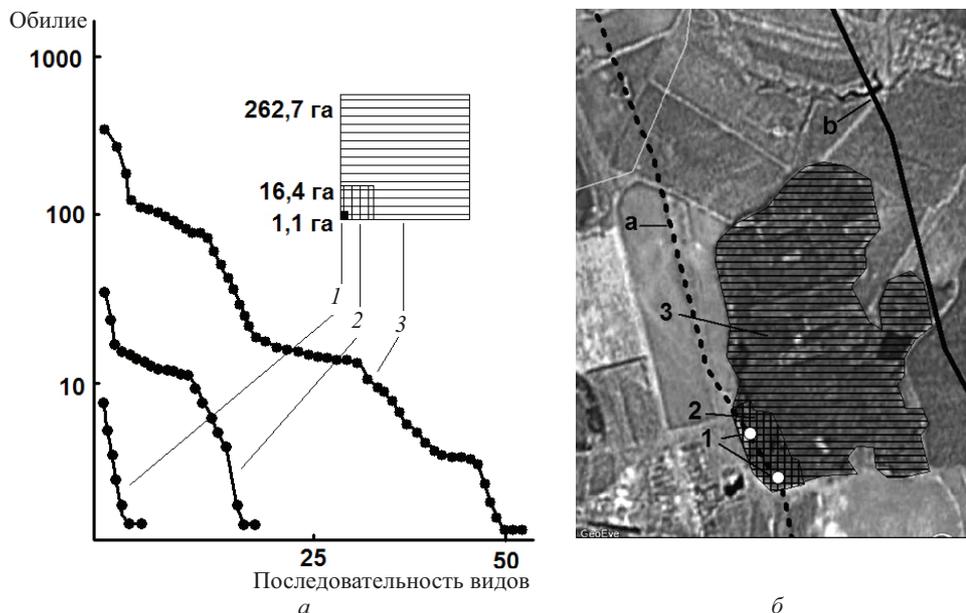


Рис. 5. Ранговое распределение птиц (а) в различных типах лесных местообитаний (б) в зоне возможного воздействия магистрального газопровода: 1 – точечное разнообразие видов в липняке снытево-осоковом с примесью осины; 2 – разнообразие видов в однородном липняке волосисто-осоковом; 3 – разнообразие видов в группе сходных местообитаний нагорного леса; а – трасса планируемого магистрального газопровода; б – восточная граница зоны возможного влияния магистрального газопровода



Точечное разнообразие лесных видов птиц в непосредственной близости от планируемой трассы газопровода оказалось минимальным, что связано, прежде всего, с ограниченной площадью микроместообитаний. Точечные учеты позволили выявить гнездовые участки отдельных размножающихся пар. Так, на гектаре исследованного леса в различных фитоценозах могут доминировать зяблик (*Fringilla coelebs*), большая синица (*Parus major*) или серая мухоловка (*Muscicapa striata*). Состав фоновых видов также изменчив: по окраинам леса встречаются лесной конек (*Anthus trivialis*), обыкновенная овсянка (*Emberiza citrinella*), серая славка (*Sylvia communis*), славка-завирушка (*S. curruca*); на участках хвойного леса типичны обыкновенная лазоревка (*P. caeruleus*), буроголовая гаичка (*P. montanus*); в липняках гнездятся обыкновенный поползень (*Sitta europaea*), мухоловка-белошейка (*Ficedula albicollis*), обыкновенная зеленушка (*Chloris chloris*), черноголовая славка (*S. atricapilla*).

Разнообразие птиц в липняке волосистоосоковом заметно выше. Доминантом является зяблик; многочисленны большая синица и серая мухоловка. К обычным видам относятся обыкновенная лазоревка, обыкновенный поползень, обыкновенная зеленушка, пеночка-теньковка (*Phylloscopus collybita*), черноголовая славка, певчий (*Turdus philomelos*) и черный (*T. merula*) дрозды, пестрый дятел (*Dendrocopos major*), зарянка (*Erithacus rubecula*), мухоловка-белошейка, малая мухоловка (*Ficedula parva*). Точки, соответствующие этим видам, образуют на кривой 2 выровненный участок (см. рис. 5). Малочисленные и редкие виды птиц представлены малым дятлом (*D. minor*), желной (*Dryocopus martius*), обыкновенной горихвосткой (*Phoenicurus phoenicurus*), зеленой пересмешкой (*Hippolais icterina*), пеночкой-трещоткой (*P. sibilatrix*), обыкновенным канюком (*Buteo buteo*), перепелятником (*Accipiter nisus*).

Во всем массиве нагорного леса, входящего в ЗВВ МГ, выделено несколько местообитаний: липняки, осинники, дубравы, посадки сосны 50–70-летнего возраста. Состав орнитофауны насчитывает 52 вида. Многочисленные и обычные птицы сообщества представлены видами, характерными и для других нагорных лесов южной части Приволжской возвышенности сопоставимой площади. Доминирует зяблик, многочисленны большая синица, обыкновенная лазоревка, серая мухоловка. К обычным видам, описанным в предыдущем однородном местообитании, можно добавить рябинника (*Turdus pilaris*), мухоловку-пеструшку (*Ficedula hypoleuca*), вяхиру (*Columba palumbus*), пеночку-трещотку, садовую славку (*Sylvia borin*), обыкновенного дубоноса

(*Coccothraustes coccothraustes*). В массиве леса встречаются многочисленные вырубki различного возраста, крупные поляны, просеки, поэтому в группу обычных по встречаемости и обилию видов включены обыкновенная овсянка, лесной конек, лесной жаворонок (*Lullula arborea*), обыкновенный жулан (*Lanius collurio*), обыкновенная чечевица (*Carpodacus erythrinus*), обыкновенная горлица (*Streptopelia decaocto*). К малочисленным и редким видам относятся желна, средний дятел (*Dendrocopos medius*), вертишейка (*Jynx torquilla*), обыкновенный канюк, перепелятник и тетереватник (*Accipiter gentilis*), ушастая сова (*Asio otus*), серая неясыть (*Strix aluco*), филин (*Bubo bubo*).

В этом же районе исследовалось распределение видового разнообразия млекопитающих. Оно оказалось минимальным на учетных площадках небольшой площади у самой трассы МГ: здесь обитают мелкие насекомоядные и грызуны. К ним относятся обыкновенная бурозубка (*Sorex araneus*), белогрудый еж (*Erinaceus concolor*), малая лесная мышь (*Sylvaemus uralensis*), рыжая полевка (*Myodes glareolus*). Из хищников встречаются ласка (*Mustela nivalis*) и обыкновенная лисица (*Vulpes vulpes*). В липняке волосистоосоковом по обилию доминирует малая лесная мышь, многочисленна обыкновенная бурозубка. Обычны рыжая полевка, белогрудый еж, заяц-русак (*Lepus europaeus*), лесная куница (*Martes martes*), ласка, лисица, кабан (*Sus scrofa*). К редким видам относится обыкновенный барсук (*Meles meles*). В нагорном лесу сохраняется доминирование малой лесной мыши, к многочисленным видам, наряду с насекомоядными, относятся желтогорлая мышь (*Apodemus flavicollis*) и рыжая полевка. Обычные виды, помимо перечисленных выше в волосистоосоковом липняке, включают обыкновенную полевку (*Microtus arvalis*), лесную соню (*Dryomys nitedula*) и сибирскую косулю (*Capreolus pygargus*). Редкие виды представлены малой бурозубкой (*S. minutus*), малой белозубкой (*Crocidura suaveolens*), полевой мышью (*A. agrarius*), мышью-малюткой (*Micromys minutus*), обыкновенным слепышом (*Spalax microphthalmus*), горностаем (*Mustela erminea*), обыкновенным барсуком, лосем (*Alces alces*).

Сходные закономерности в ранговых распределениях птиц и млекопитающих прослеживаются в нагорном лесу Балашовском (Колышлейская аномалия), байрачном лесу Чунаки и пойменном лесу в долине р. Карамыш (Карамышская аномалия). Приведенные материалы позволяют сделать достоверный прогноз возможных изменений сообществ птиц и млекопитающих в ЗВВ МГ. В непосредственной близости от строящегося МГ возможно прямое негативное воздействие на эко-



системы, которое проявится, прежде всего, в вырубке леса. Площадь вырубок не превысит долей процента от общей площади лесов, попадающих в ЗВВ МГ в Петровской, Кольшлейской и Карамышской аномалиях. Тем не менее разрушение микроместообитаний приведет к уничтожению устойчивых сообществ птиц и млекопитающих и деградации точечного разнообразия видов. Следует отметить, что при строительстве МГ вероятнее всего физически не пострадают не только виды, но и отдельные особи животных, так как они легко покинут опасную зону еще до начала интенсивного строительства.

Гораздо масштабнее может быть косвенное влияние и прежде всего фактор беспокойства при использовании крупной строительной техники. Это приведет к откочевкам из ЗВВ хищных птиц и млекопитающих – копытных. Альфа-разнообразие птиц и млекопитающих в ЗВВ начнет уменьшаться, что приведет к более крутому падению кривой рангового распределения (см. рис. 5, кривая 2). Бета-разнообразие также может сократиться из-за исчезновения осторожных крупных хищных птиц и зверей. В целом положительные аномалии будут сглаживаться, и видовое разнообразие может уменьшиться до фоновых значений (см. рис. 4). Однако при снятии антропогенного стресса в условиях сохранения основных фитоценологических параметров лесных экосистем за 2–3 года произойдет восстановление прежней структуры сообществ птиц и млекопитающих. Подтверждением такой модели развития служит современное состояние популяций позвоночных животных в ЗВВ, которые после строительства действующего газопровода имеют ненарушенную или слабо измененную структуру.

Озеркинская, Варыпаевская, Кологривовско-Куликовская отрицательные аномалии. Включают эврибионтные виды птиц и млекопитающих, хорошо приспособленных к антропогенному воздействию. Особенностью аномалий является резко неравномерное, дисперсное распределение животных: около 93% площади ЗВВ МГ приходится на возделываемые поля, где птицы не гнездятся, а млекопитающие не размножаются и постоянно не обитают. Значительную долю площадей занимают автодороги, в том числе полевые, военные части, территории полевых станов. Только 5.6% территории ЗВВ может служить потенциальным местообитанием животных: полезащитные лесополосы, небольшие участки степей в нераспаханных балках и долинах рек Мокрая и Озерки, часть леса Сухого. Здесь не обитают редкие виды позвоночных, нуждающиеся в защите; нет крупных сезонных скоплений охотничье-промысловых животных.

Точечное разнообразие птиц и млекопитающих у трассы МГ минимально, и нередко невозможно построить кривую рангового распределения из-за отсутствия достаточного количества постоянно обитающих здесь видов. Структура альфа-разнообразия поддерживается за счет таких видов, как серая ворона (*Corvus cornix*), домовый воробей (*Passer domesticus*), домовая мышь (*Mus musculus*), серая крыса (*Rattus norvegicus*), обыкновенный слепыш. Бета-разнообразие агроценозов не сильно отличается от альфа-разнообразия отдельных местообитаний. Следует отметить, что на некоторых участках ЗВВ МГ доминирует по обилию сизый голубь (*Columba livia*), многочисленны грач (*C. frugilegus*), полевой воробей (*P. montanus*), заяц-русак. В результате строительства МГ в ЗВВ никаких нарушений структуры сообществ наземных позвоночных не произойдет.

Вместе с тем следует подробнее остановиться на особенностях Варыпаевской и Кологривовско-Куликовской аномалий, которые проявляются в наличии нескольких локальных небольших пиков разнообразия (см. рис. 4). Эти пики в Варыпаевской аномалии пространственно связаны с небольшими лесами по склонам балок, а в Кологривовско-Куликовской – с прибрежными экосистемами рек Малая Идолга и Идолга. Видовой состав позвоночных отличается здесь большим своеобразием: имеются синантропные виды, связанные с населенными пунктами, лесные, степные и околородные виды животных. Кроме того, наличие огородных участков, железной дороги, полевых автодорог, сезонное появление большого количества садоводов и огородников создают большую антропогенную нагрузку на природные комплексы и делают их сравнительно неустойчивыми. Особенно нуждаются в мониторинге и охране прибрежно-водные экосистемы, связанные с р. Малой Идолгой. Их площадь невелика, но здесь обитают редкие, охраняемые виды. Так, среди птиц встречается черноголовый чекан (*Saxicola torquata*) – вид, занесенный в Красную книгу Саратовской области. На мезофитных лугах останавливаются пролетные стаи куликов. В р. Малой Идолге имеется уникальное поселение речного бобра (*Castor fiber*) – животные обитают в мелком непроточном омуте, оставшемся от пересохшей речки. В прибрежной роще на окраине д. Кологривовки существует поселение барсука.

Заключение

Проведенные исследования показали, что ЗВВ МГ в южной части Приволжской возвышенности пересекает несколько положительных аномалий видовой плотности птиц и млекопи-



тающих, которые отличаются превышением бета-разнообразия над фоновым региональным уровнем. Пространственно эти аномалии связаны с байрачными и нагорными лесами долин рек Медведицы, Карамыша, Малого и Большого Кошшлея; пойменными лесами Карамыша. Локальные пики видовой плотности сопряжены с прибрежно-водными экосистемами рек Малая Идолга и Идолга. Именно эти природные комплексы прежде всего нуждаются в мониторинге и охране при строительстве и эксплуатации МГ. Отрицательные аномалии видовой плотности связаны с агроценозами, которые занимают около 50% площади ЗВВ МГ.

При строительстве в первую очередь будет нарушено точечное разнообразие сообществ птиц и млекопитающих в непосредственной близости от трассы МГ из-за необратимого разрушения местообитаний животных. Площадь таких территорий не превысит долей процента от площади ЗВВ. Альфа- и бета-разнообразие сообществ будет нарушено в гораздо меньшей степени и после завершения строительства полностью восстановится через 4–5 лет.

Минимизация ущерба природным экосистемам заключается в том, чтобы трасса проектируемого МГ прошла преимущественно уже по нарушенным участкам вдоль трассы существующего газопровода высокого давления и не затронула естественных природных компонентов. С этой целью необходимо на некоторых участках ЗВВ перенести трассу МГ на несколько десятков или сотен метров. Конкретные рекомендации о сохранении растительного и животного мира 3-километровой ЗВВ проектируемого объекта МГ в Петровском, Аткарском, Татищевском и Лысогорском районах Саратовской области представлены проектной организацией.

Список литературы

1. Беляченко А. В. Пространственное распределение аномалий плотности видов птиц и млекопитающих в бассейнах рек южной части Приволжской возвышенности // Поволжский экол. журн. 2008. №3. С. 167–177.
2. Гурьева Г. М. Экологические зональные комплексы млекопитающих Ульяновской, Пензенской областей и Правобережья Саратовской области // Вопросы биогеографии Среднего и Нижнего Поволжья. Саратов, 1968. С. 259–267.
3. Лебедева Л. А. Видовой состав и распределение птиц // Вопросы биогеографии Среднего и Нижнего Поволжья. Саратов, 1968. С. 141–159.
4. Титов С. В. Современное распространение и изменение численности крапчатого суслика, *Spermophilus suslicus*, в восточной части ареала // Зоол. журн. 2001. Т. 80, № 2. С. 230–235.
5. Ларина Н. И., Голикова В. А., Денисов В. П., Девшиев Р. А. Видовой состав и распределение млекопитающих // Вопросы биогеографии Среднего и Нижнего Поволжья. Саратов, 1968. С. 105–133.
6. Ильин В. Ю., Ермаков О. А., Лукьянов С. Б. Новые данные по распространению млекопитающих в Поволжье и Волго-Уральском междуречье // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1996. Т. 101, вып. 2. С. 30–37.
7. Табачишин В. Г., Завьялов Е. В., Шляхтин Г. В., Лобанов А. В., Капранова Т. А. Структура эколого-фаунистических комплексов населения птиц г. Саратова // Беркут : Украин. орнитол. журн. 1996. Т. 5, вып. 1. С. 3–20.
8. Завьялов Е. В., Шляхтин Г. В., Табачишин В. Г., Лобачев Ю. Ю., Якушев Н. Н. Животный мир Саратовской области. Кн. 1. Птицы. Саратов, 2002. 214 с.
9. Завьялов Е. В., Шляхтин Г. В., Табачишин В. Г., Якушев Н. Н., Хрустов И. А., Мосолова Е. Ю. Птицы севера Нижнего Поволжья. Кн. II. Состав орнитофауны. Саратов, 2005. 324 с.
10. Красная книга Саратовской области : Грибы. Лишайники, Растения. Животные. Саратов, 2006. 528 с.
11. Шляхтин Г. В., Беляченко А. В., Завьялов Е. В., Сонин К. А., Семихатова С. А., Филинчев А. О., Якушев Н. Н., Табачишин В. Г., Мосолова Е. Ю. Животный мир Саратовской области. Кн. 3. Млекопитающие. Саратов, 2005. 130 с.
12. Берлянт А. М. Картографический метод исследования. М., 1988. 252 с.
13. Берлянт А. М., Сваткова Т. Г. Практикум по картографии и картографическому черчению : учеб.-метод. пособие для студ. геогр. фак. гос. ун-тов. М., 1991. 125 с.
14. Эколого-ресурсный атлас Саратовской области. Саратов, 1996.
15. Атлас Саратовской области. М., 2003. С. 7–70.
16. Карта Саратовской области. М., 1996.
17. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М., 1992. С. 16.
18. Беляченко А. В. Пространственная связь аномалий плотности видов птиц и млекопитающих с энтропией ландшафтов бассейнов рек южной части Приволжской возвышенности // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. 2010. Т. 10. Сер. Химия. Биология. Экология, вып. 2. С. 43–52.
19. Штырова В. К. Рельеф Саратовской области // Энциклопедия Саратовского края. Саратов, 2002. С. 7–11.
20. Whittaker R. H. Evolution and measurement of species diversity. Taxon, 1972. P. 213–251.
21. Whittaker R. H. Evolution of species diversity in land communication // Evolutionary Biology. Vol. 10. N. Y., 1977. P. 1–67.