

## ОПЫТ МОНИТОРИНГА ФИТОБИОТЫ ЮЖНОГО ПРИУРАЛЬЯ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ОРСКА)

**Статья включает в себя результаты исследований, отвечающих цели и задачам мониторинга растительного покрова урбанизированных территорий Южного Приуралья. В статье освещены как результаты исследований, посвященных оценке современного экологического состояния растительного покрова различных функциональных зон города, так и представлены результаты исследований, направленных на выявление и определение эффективности регистрирующих и накапливающих биоиндикаторов.**

**Ключевые слова:** экологический мониторинг, квазинатуральные фитоценозы, регистрирующие биоиндикаторы, накапливающие биоиндикаторы.

Большое значение среди биологических исследований, проводимых кафедрой общей биологии Орского гуманитарно-технологического института, сохраняют вопросы мониторинга состояния растительного покрова города Орска, что позволяет получить информацию об изменениях, происходящих в этом компоненте городской экосистемы. Исследования, которые проводятся в рамках НИР и НИРС сотрудниками кафедры и студентами естественно-научного факультета, идут в следующих основных направлениях:

– исследования, посвящённые оценке современного экологического состояния тех или иных компонентов растительного покрова города Орска, например современного состояния флоры в целом, пригородных степей, растительных сообществ долины Урала, парковых сообществ, искусственных лесонасаждений;

– исследования, направленные на выявление эффективных регистрирующих и накапливающих биоиндикаторов. Это направление обусловлено высоким уровнем техногенной нагрузки, в первую очередь загрязнения различных природных сред, и, как следствие, актуальностью исследований в сфере экологического мониторинга.

Поскольку проблема озеленения города в степной зоне решается, в первую очередь, через создание искусственных древесных насаждений, следует отметить, что именно квазинатуральные сообщества орской урбоэкосистемы в первую очередь оказались объектами мониторинговых исследований. Кроме того, в условиях городской среды фитоценозы, характеризующиеся первоначально естественным происхождением, подвергаются мощному комплексному антропогенному воздействию. С учётом процесса антропогенной трансформации естествен-

ных растительных сообществ, вынужденных функционировать в составе городской экосистемы, их можно определить как квазинатуральные. Исследование указанного процесса остаётся одной из приоритетных задач мониторинга растительного покрова города Орска.

Так, с 2007 по 2009 гг. в рамках НИР и НИРС проводились исследования, целью которых была оценка современного состояния пойменных лесов долины Урала в пределах города Орска, изучение рекреационной трансформации пойменных лесов при разной степени воздействия комплекса рекреационных антропогенных факторов [4]. Исследования по теме «Влияние антропогенной нагрузки на рекреационную трансформацию пойменных лесов долины Урала в пределах города Орска» позволили сделать следующие выводы.

Во-первых, среди парцелл, которые наименее подвержены антропогенной нагрузке, преобладает ассоциация *Populus nigra* + *Rosa majalis* + *Rubus coesius*. Кроме того, на данных участках распространена ассоциация *Populus nigra* + *Lonicera vulgaris* + *Rubus coesius*. Можно считать, что данные парцеллы не подвержены трансформации, т. к. доминанты всех ярусов являются типичными видами для данного леса.

Во-вторых, среди парцелл, которые подвержены большей антропогенной нагрузке, относительно сохранившейся парцеллы нет, кроме участка Урала в степной зоне. Первое место по распространённости занимает ассоциация с преобладающим луговым видом в третьем ярусе. В связи с этим можно сделать вывод, что данные парцеллы находятся на первой стадии дигрессии.

В-третьих, среди парцелл, подверженных средней нагрузке, на первом месте по распрост-

раненности находится ассоциация со вторым ярусом, в котором преобладает сорный вид, а в третьем ярусе – луговые, лугово-степные, степные и сорные виды. То есть происходит полная замена типичных видов третьего яруса. Поэтому можно говорить о том, что данные парцеллы находятся на второй стадии дигрессии.

В-четвёртых, среди парцелл, подверженных наибольшей нагрузке, общей закономерности не прослеживается. Так, на одних участках происходит замена третьего яруса на сорные виды. На других участках второй ярус представлен сорным видом, а в третьем преобладает степной вид, либо второй ярус исчезает полностью, а третий ярус представлен сорными видами.

Обобщая полученные результаты, можно сделать вывод о том, что выделяются два ряда дигрессии пойменного леса: постепенный переход от ежевично-розомайско-осоковой ассоциации к подорожничково-жимолостно-осоковой и пустыннобурчачково-кленово-тополовой; постепенный переход от ежевично-розомайско-осоковой к подорожничково-жимолостно-осоковой и шалфейно-кленово-тополовой ассоциациям. Окончательный процесс дигрессии заключается в смене этих ассоциаций на полынно-тополовую.

При сравнении описанных признаков трансформации пойменного леса на всех изучаемых участках установлено, что из пяти участков пойменного леса долины реки Урал единственным не подвергшимся трансформации является участок пойменного леса в степной зоне, поскольку он удален от селитебной и рекреационной зон. Единственным участком, для которого характерны только две стадии дигрессии (первая и вторая), является участок пойменного леса в районе поселка ОЗТП. Для остальных трех участков (в районе поселков Лесоторговый, Мостострой и в районе Старого города) характерны три стадии дигрессии (первая, вторая, третья). Именно они испытывают наибольшую антропогенную нагрузку и поэтому подверглись наибольшей трансформации.

Таким образом, в качестве общего вывода, отвечающего на основной вопрос цели исследования, можно отметить, что пойменный лес в пределах города Орска подвергается большой рекреационной нагрузке, что отрицательно сказывается на видовом составе, приводит к существенным нарушениям в структуре растительных сообществ, что, по мере накопления нару-

шений и интенсификации нагрузки, становится губительным для лесных экосистем. На рекреационных территориях, в частности, происходит постепенное изреживание лесов, которые приобретают «лоскутную» структуру [6]. Однако следует отметить, что в настоящее время в большинстве случаев трансформация леса долины Урала под воздействием комплекса рекреационных факторов является обратимой [4].

На основе данного исследования были разработаны рекомендации по сохранению и восстановлению пойменного леса долины реки Урал в пределах города Орска, которые заключаются в лесовосстановительных работах, дальнейшем наблюдении за динамикой развития пойменного леса, исключении восстанавливаемых участков из пользования населением, противопожарных мероприятиях, а так же в воспитании и просвещении населения в области охраны и воспроизведения лесов, повышения экологической культуры граждан.

В отличие от естественных лесов, искусственные лесонасаждения являются своеобразными агрофитоценозами, где древесный ярус создан человеком. Тем не менее, как и для лесного сообщества, для искусственного лесонасаждения характерна ярусная пространственная организация, взаимовлияние видов.

Первые исследования состояния искусственных лесонасаждений города Орска проводились в рамках работы над темой «Современное состояние растительного покрова урбанизированных территорий степной зоны (на примере города Орска)» в период с 2002 по 2006 гг. Среди парциальных флор города была выделена флора П.Ф. 3, объединяющая парковые комплексы и лесозащитные зоны. Отдельно итогам анализа состояния флоры города, в том числе искусственных лесонасаждений, стала классификация древесных растений города, позволяющая распределить древесные растения на группы в зависимости от степени распространения, использования вида в озеленении и жизнеспособности вида в условиях города. Данная классификация создавалась с целью повышения эффективности озеленительных мероприятий [6]. Как показали результаты наблюдений, большинство высаживаемых древесных растений принадлежат к категориям, характеризующимся широким распространением в озеленении. Кроме того, в состав искусственных ле-

сонасаждений довольно часто входят представители категории, включающей древесные растения природных сообществ, причем в некоторых случаях целые естественные сообщества становятся фрагментами лесопосадок, например, берёзовые колки, группировки лоха узколистного или заросли степных кустарников в составе искусственных лесонасаждений.

Уже в ходе данной работы в процессе полевых исследований возникла идея о необходимости уделить внимание современному экологическому состоянию искусственных лесонасаждений. Реализация этой идеи нашла своё отражение в рамках НИР и НИРС в ходе работы над темой «Анализ флористического состава искусственных лесонасаждений города Орска и его окрестностей» в период с 2008 по 2011 гг. В ходе данного исследования был уточнён и расширен видовой состав изучаемых сообществ, а также проведён дифференцированный анализ флоры, в рамках которого отдельно осуществлялся анализ искусственно формируемого древесного компонента.

Для того чтобы провести оценку современного состояния искусственных лесонасаждений нами были разработаны следующие критерии, органично дополняющие традиционные геоботанические описания и отвечающие особенностям формирования растительного покрова в этих квазинатуральных сообществах:

- соответствие стадий формирования древостоя (1–4) стадиям зарастания третьего травяного яруса;
- наличие сухостоя;
- наличие следов антропогенного воздействия: следы кострищ, пожаров, несанкционированные «дикие» свалки, наличие вытоптаных участков.

Как по каждому критерию, так и по их совокупности состояние искусственных лесонасаждений оценивалось как «хорошее» (по совокупности признаков 1 стадия дигрессии), «удовлетворительное» (2 стадия дигрессии) и «неудовлетворительное» (3–4 стадия дигрессии).

По результатам оценки обследованные участки в пригородной зоне города Орска, удалённые непосредственно от селитебных территорий, находятся в хорошем состоянии (участок №1 в 15 км от города Орска по трассе Орск – Светлый, №2 – юго-восточный пригород Орска). В удовлетворительном состоянии – участок №3 (район посёлка Круторожино), участок №4

(искусственные лесонасаждения вдоль трассы Орск – Оренбург). В неудовлетворительном состоянии находится участок №5 (пригородные лесонасаждения вдоль трассы Орск – Гай). Следует отметить, что экологическое состояние искусственных лесонасаждений рядом с селитебными территориями является динамичным. Уже в 2012 г. в ходе полевой практики и экологических экскурсий на основе выделенных критериев в процессе наблюдений за модельными выделами вдоль трассы Орск – Оренбург в микрорайоне «Северный» было отмечено локальное изменение состояния лесонасаждений с «удовлетворительного» на «неудовлетворительное» вследствие антропогенных пожаров и увеличения площадей несанкционированных свалок.

Таким образом, в ходе исследований были сделаны следующие выводы.

На состояние искусственных лесонасаждений, во-первых, оказывают отрицательное воздействие следующие факторы: несоответствие экологических групп по отношению к условиям увлажнения и реальных условий, что определяет большую уязвимость видов в отношении уже антропогенных факторов. По результатам анализа видового состава искусственного компонента значительная его часть принадлежит к мезофитам и мезогигрофитам (по 33%), страдающим, особенно в молодом возрасте, от засушливости. Более выносливыми являются ксеромезофиты, составляющие 20% от общего числа видов искусственного компонента флоры.

Во-вторых, на состояние искусственных лесонасаждений оказывает влияние весь комплекс факторов, характерных для селитебной территории: рекреационные факторы (вытаптывание, сбор растений, ожог почвы и растительности при розжиге костров и т. п.), выпас скота, формирование несанкционированных свалок. Таким образом, оценка состояния участков показала, что чем ближе искусственные насаждения к селитебной территории, тем выше антропогенная нагрузка. Состояние таких лесопосадок нередко оценивается как неудовлетворительное. Соответственно, по мере удаления участков от города состояние лесополос улучшается и меняется на удовлетворительное и хорошее.

Следовательно, по результатам оценки состояния искусственных лесополос в качестве рекомендации по оптимизации их состояния можно выделить следующее.

На искусственные лесонасаждения неблагоприятно влияют такие естественные факторы, как засуха, недостаток влаги, что отрицательно сказывается на состоянии деревьев и кустарников, для многих из них условия произрастания не соответствуют их экологическим требованиям. Для уменьшения отрицательного эффекта воздействия неблагоприятных факторов рекомендуется осуществление дифференцированного подхода к созданию лесонасаждений с учетом экологических требований высаживаемых пород, сочетание группового и рядового типов посадок.

Необходимым является так же регулирование антропогенной нагрузки, защита лесопосадок от пожаров и формирования несанкционированных свалок. Немаловажную роль в решении этих проблем играет экологическое воспитание и просвещение населения, так как указанные факторы находятся в зависимости от экологической культуры горожан [5].

Всего за период флористических исследований с 2001 по 2011 гг. на территории города Орска было зарегистрировано 457 видов сосудистых растений. Из них 2 вида относятся к отделу Хвощевидные, что составляет 0,4% от общего числа видов; 8 видов относятся к голосеменным растениям (1,8% от общего числа видов). Остальные виды являются покрытосеменными растениями. Из них 73 вида – однодольные растения (16%), а 374 вида – двудольные растения (81,8%). В целом во флоре города, включая степные сообщества пригородной зоны, долины реки Урала в пределах города Орска наблюдается под давлением антропогенных факторов закономерная трансформация флоры в сторону увеличения доли антропотолерантных видов и снижение обилия в составе степных сообществ пригородной зоны и рекреационных территорий речных долин уязвимых видов. Выявлено, что преобладающими группами по степени антропотолерантности видов во флоре города Орска являются мезогемеробы (38,5%) и эугемеробы (33,7%). Значительную долю составляют также олигогемеробы (16%) и полигемеробы (11,4%). С позиции проблемы синантропизации флоры виды были классифицированы следующим образом: из общего числа видов флоры 21,5% относятся к антропофитам, а 78,5% являются апофитами [4].

Флористические и фитоценологические исследования, проводившиеся на территории

города Орска, стали базой для решения проблем биоиндикационных исследований на территории Южного Приуралья.

С точки зрения охраны природы, при мониторинге антропогенного воздействия, выражающегося в загрязнении природных сред, необходимым условием для оценки воздействия является ответ на вопрос, к каким последствиям приведет та или иная концентрация загрязнителя в среде. Эту задачу и решает биоиндикация, позволяя оценить биологические последствия антропогенного изменения среды. Физические и химические методы дают качественные и количественные характеристики фактора, но лишь косвенно судят о его биологическом действии. Биоиндикация, наоборот, позволяет получить информацию о биологических последствиях изменения среды и сделать лишь косвенные выводы об особенностях самого фактора. Таким образом, при оценке состояния среды желательно сочетать физико-химические методы с биологическими, что определяет актуальность и ценность для экологического мониторинга города Орска в частности и Южного Приуралья в целом, исследований, посвящённых опыту применения регистрирующих и накапливающих биоиндикаторов.

Так, качественный анализ лишенофлоры города Орска, включающий изучение характера распространения лишайников на территории города позволил выявить два вида, которые являются эпифитными лишайниками и обитают на древесных породах (*Acer negundo* L., представители рода *Ulmus*), встречающихся на всей территории города, в том числе в составе парковых сообществ, искусственных лесонасаждений, включая санитарно-защитные зоны: ксанторию стенную или стенную золотянку (*Xanthoria parietina* Fr.) и фисцию звездчатую (*Physcia stellaris* L.). Лихеноиндикационные исследования на территории города Орска позволили установить, что лишеноиндикационный показатель – проективное покрытие лишайников *Physcia stellaris* L. и *Xanthoria parietina* Fr. зависит от антропогенного фактора – загрязнения атмосферы. Сравнительный анализ результатов проведённых лишеноиндикационных исследований и среднегодовых показателей загрязнения атмосферы соединениями, оказывающими влияние на лишайники (диоксид серы, двуокись азота, оксид углерода и др.) на стационарных постах города Орска подтвер-

дил выводы о районировании города на зоны, определяющиеся зависимостью эпифитного лишайникового покрова от основных загрязнителей атмосферы, прежде всего диоксида серы. Это позволяет сделать вывод о возможности использования этих видов в качестве лишайниковых индикаторов на территории города Орска [4].

Среди сосудистых растений исследования по выявлению биоиндикационных свойств видов проводились в отношении двух широко распространенных в озеленении видов: *Betula pendula* Roth. и *Acer negundo* L. Как показал опыт работы в городе Орске с таким уже известным индикатором, как *Betula pendula* Roth., в условиях степной зоны в точности оценки изученных показателей вмешиваются другие абиотические факторы. В частности, в условиях Оренбургского степного Зауралья фактором, лимитирующим рост березы повислой и определяющим низкий уровень стабильности развития, может быть недостаточное увлажнение. Таким образом, в отношении показателя функциональной асимметрии листовых пластинок *Betula pendula* в городе Орске была доказана необходимость проведения дополнительных исследований и, разработка новой шкалы стабильности развития, применимой в условиях Оренбургского степного Зауралья. Результатом проведенного исследования в данный период стало уточнение границ применения этой методики в городе Орске. Согласно проведенным исследованиям, из рассмотренных морфометрических показателей березы повислой наиболее информативными для целей биоиндикации являются непарные промеры листа: длина листа, длина черешка, и в особенности ширина листовой пластинки. Береза повислая реагирует на повышение уровня техногенной нагрузки снижением указанных параметров, вследствие чего выявляется достоверное различие между контрольным, относительно незагрязненным участком, и участками в пределах городской черты, загрязняемыми выхлопами автотранспорта и выбросами предприятий цветной металлургии, машиностроения, нефтехимического производства [8].

Следует отметить, что в числе антропофитов среди древесных экзотов в качестве объекта наблюдения с целью установления индикационных свойств был выделен *Acer negundo* L., который не только широко привлекается к озеленению на территории города, но и активно внедряется в состав фитоценозов пойменных

лесов. Вид был привлечён не только в качестве регистрирующего, но и накапливающего биоиндикатора. В ходе исследований было установлено, что клен ясенелистный является достоверным регистрирующим индикатором [3]. Согласно проведенным исследованиям, из рассмотренных морфометрических показателей клёна ясенелистного наиболее информативными для целей биоиндикации является непарный промер длина листа. Кроме того, установлена положительная корреляция между уровнем загрязнённости территории и смещением сроков прохождения фенофаз, а так же такие видимые признаки, как хлороз, точечный некроз, пигментация листьев у данного вида [3].

Анализ образцов листьев и стеблей *Acer negundo* L. показал, что значительное воздействие на загрязнение *Acer negundo* L. оказывает поглощение тяжелых металлов (свинца, никеля, меди, цинка и др.) через листья, что позволяет признать возможность использования его листья в качестве накапливающего индикатора при оценке загрязнения атмосферы тяжелыми металлами [1]. Биоиндикация по аккумуляции проводилась так же с участием *Rosa majalis* Herzm. в парках города Орска [7]. Как показали результаты исследования, плоды шиповника являются эффективными накопителями тяжелых металлов и могут выступать в качестве накапливающего биоиндикатора.

Немаловажную роль в работе над кафедральной темой «Мониторинг биоты Южного Приуралья» играют исследования антропогенной трансформации почв, как связанные с изменением состояния и функционирования педосферы как особой биогеосистемы [9], так и направленные на оценку загрязнения почв, прежде всего, тяжелыми металлами. Так, в качестве накапливающего индикатора в процессе осуществления мониторинговых исследований почвенного покрова урбанизированных территорий Оренбургской области, может быть использована *Artemisia austriaca* Jacq. Растения *Artemisia austriaca* Jacq. хорошо аккумулируют тяжелые металлы. В начальный период вегетации они могут служить индикаторами никеля, хрома, свинца, меди, кобальта. В конце вегетативного периода их можно использовать как индикатор железа [2].

Таким образом, в настоящее время результатами научной деятельности кафедры общей био-

логии и студентами Естественнонаучного факультета является создание научной базы для экологического мониторинга в сфере таких направлений, как мониторинг биоразнообразия, антропо-

генной трансформации флоры и растительности, применения методов биоиндикации, а так же для оптимизации растительного покрова урбанизированных территорий Южного Приуралья.

11.09.2013

**Список литературы:**

1. Вельц, Н. Ю. Аккумуляция тяжелых металлов в надземной части высших растений, произрастающих в г. Орске и его окрестностях. / Н. Ю. Вельц, Д. М. Турлибекова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – №12. – С. 378-379.
2. Вельц, Н. Ю. Патент №2257597 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> G 01 V 9/00, G 01 N 33/48. Способ оценки загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами / Н. Ю. Вельц; заявитель и патентообладатель Вельц Н. Ю. – №2003130798/15; заявл. 20.10.2003; опубл. 27.07.2005. Бюл. №21. – 4 с.
3. Зотина, В. Г. Определение состояния окружающей среды с помощью клёна ясенелистного / В. Г. Зотина // Итоговая науч.-практ. конф. Орского гуманитарно-технологического института (филиала) ОГУ (2012 г.): материалы: в 3 ч. – Часть 1. Биологические, исторические и филологические науки – Орск: Изд-во ОГТИ, 2012. – С.3 – 4.
4. Изучение биоты Южного Приуралья: монография / Н. Ю. Вельц, И. В. Ерошкина, И. Г. Климова и др.; под общ. ред. Н. Ю. Вельц. – Орск: Изд-во Орского гуманитарно-технологического института (филиала) ОГУ, 2012. – 158 с. – ISBN 978-5-8424-0623-4.
5. Лупова, И. В. Опыт оценки экологического состояния искусственных лесонасаждений города Орска / И. В. Лупова // Молодежь. Наука. Инновации (19 февраля 2013 г.): материалы II Всероссийской научно-практической конференции / отв. ред. Н. Е. Ерофеева. – Орск: Издательство Орского гуманитарно-технологического института (филиала) ОГУ, 2013. – с. 6 – 11. ISBN 978-5-8424-0640-1
6. Лупова, И. В. Современное состояние растительного покрова урбанизированных территорий степной зоны (на примере города Орска): Автореферат дисс. ... канд. биол. наук: 03.00.05. / И. В. Лупова. – Орск: Издательство ОГТИ, 2006. – 22 с.
7. Русанов, А. М. Тяжелые металлы в плодах шиповника в парках города Орска / А. М. Русанов, Д. М. Турлибекова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – №12. – С. 299-300.
8. Саблина, О. А. *Betula pendula* как биоиндикатор качества окружающей среды города Орска / О. А. Саблина // Превентивная экология: современные проблемы устойчивого развития территорий: материалы 2-х международных научно-практических конференций / под ред. к.б.н. А. В. Дмитриева, Е. А. Синичкина. – Чебоксары: типография «Новое время», 2012. – С. 161-164.
9. Саблина, О. А. Экологические факторы гумусообразования степных почв Оренбургского Зауралья / О.А. Саблина // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2010. – №6. – С. 132-136.

Сведения об авторах:

**Вельц Наталья Юрьевна**, декан естественно-научного факультета, доцент кафедры общей биологии естественно-научного факультета Орского гуманитарно-технологического института (филиала) ОГУ, кандидат биологических наук, доцент, e-mail: welznat@mail.ru

**Лупова Ирина Викторовна**, заведующий кафедрой общей биологии, доцент кафедры общей биологии естественно-научного факультета Орского гуманитарно-технологического института (филиала) ОГУ, кандидат биологических наук, доцент, e-mail: IrinaOGTI@rambler.ru  
462403, г. Орск, пр-т Мира, 15 А

**UDC 580**

**Velts N.Yu., Lupova I.V.**

Orsk numanitarion and technology institute (branch) OSU, e-mail: welznat@mail.ru

**EXPERIENCE IN MONITORING FITOBIOTY SOUTHERN URALS (AN EXAMPLE OF ORSK TOWN)**

The article includes the results of research that consistent with the goals and objectives of the monitoring of vegetation cover in urban areas of the Southern Urals. This article presents the results of studies evaluating the current ecological state of vegetation of different functional areas of the town, as well as the results of studies aimed at identifying and determining the effectiveness of recording and collecting of biological indicators.

Key words: environmental monitoring, psevdonaturalny phytocenoses, recording bio-indicators, accumulating biological indicators.