

## УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной и инновационной деятельности Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет»,  
доктор биологических наук, доцент



И. В. Чудов

«15» ноября 2021 г.

## ОТЗЫВ

от ведущей организации Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ) на диссертационную работу Уразгильдина Руслана Вилисовича на тему: «Лесообразующие виды Предуралья в условиях техногенеза: сравнительная эколого-биологическая характеристика, видоспецифичность, адаптивные реакции, адаптивные стратегии», представленную на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 06.03.02 – Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация

Стремительное развитие промышленности является одной из основных причин деградации природных ландшафтов на значительных по площади территориях. Поскольку на современном уровне развития не представляется возможным исключить это воздействие на окружающую среду, то возникает необходимость разработки методов не только оценки нарушенных ландшафтов, но и оценки адаптивных механизмов растительности к тем или иным видам загрязнения окружающей среды. В настоящее время в мировой практике имеется широкий круг исследований, выявляющих те или иные изменения в физиологии и морфологии растений в ответ на эпизодические или хронические техногенные воздействия, однако, в связи с разнообразием природно-климатических условий и производственных процессов, выявляемые реакции довольно разнообразны и порой противоречивы. В этой связи диссертационная работа Уразгильдина Р.В., посвященная выявлению и оценке адаптивных реакций древесных лесообразователей по отношению к углеводородному загрязнению, разработке методических подходов к оценке их адаптивных стратегий, а также разработке классификации адаптивных стратегий, несомненно, является актуальной, имеет научную новизну и практическую значимость.



Диссертантом были поставлены и успешно решены следующие задачи:

1. Оценка воздействия промышленного загрязнения на такие характеристики, как:

– морфологические параметры хвои/листьев и побегов (изменение линейных размеров ассимиляционных органов и побегов в сезонной динамике развития);

– физиологические параметры хвои/листьев (изменение параметров водного обмена и пигментного комплекса, соотношения пигментов в сезонной динамике развития);

– характер аккумуляции тяжелых металлов в хвое/листьях и транслокацию металлов из почвы в хвою/листья;

– дендрохронологические параметры стволовой древесины (изменение величины и чувствительности прироста, длительности онтогенетических периодов, накопления стволовой биомассы в онтогенезе);

– корневые системы различных фракций (изменение насыщенности почвенного профиля поглощающими, проводящими и скелетными корнями, распределения фракций корневых систем по почвенному профилю и перераспределение фракционного состава);

– таксационные, габитуальные параметры древесных растений и комплексные показатели жизненного состояния отдельных деревьев и древостоев в целом.

2. Оценка адаптивных реакций перечисленных параметров.

3. Анализ экологической видоспецифичности древесных видов по отношению к углеводородному загрязнению.

4. Разработка положений об адаптивных стратегиях древесных видов к техногенезу.

5. Оценка адаптивных стратегий и адаптивного потенциала лесообразователей Предуралья к углеводородному загрязнению.

В ходе выполнения поставленных задач автором применялись общепринятые методы исследований в областях таксации леса, морфологии, физиологии, дендрохронологии, корневедения, жизненного состояния древесных растений. Достоверность защищаемых положений обеспечена применением принятых в лесоведении инструментов и методов. В аналитических исследованиях использовалось современное сертифицированное оборудование. Полученные результаты были статистически обработаны с использованием соответствующих пакетов компьютерных программ.

Научная новизна работы заключается в выявлении экологической видоспецифичности древесных видов по отношению к углеводородному загрязнению, в уточнении определения адаптивной стратегии древесных видов к техногенезу, в разработке и практической реализации на примере лесообразователей Предуралья в условиях нефтехимического загрязнения классификации адаптивных стратегий и методических подходов к выявлению адаптивных реакций и адаптивных стратегий, а также в выявлении относительной независимости адаптивных реакций на каждом иерархическом



структурно-функциональном уровне и относительной независимости адаптивных реакций между иерархическими уровнями.

Практическую значимость работы определяют вклад в понимание механизмов адаптации древесных растений к техногенным факторам и выявление экологической видоспецифичности древесных видов по отношению к углеводородному загрязнению. Материалы диссертации могут быть использованы в зеленом строительстве при подборе древесных видов для озеленения промышленных зон с преобладанием тех или иных видов загрязнителей, а также при чтении курсов лекций по «лесоведению» и «экологии».

Диссертация Уразгильдина Р.В. состоит из введения, трех глав, заключения, выводов, списка литературы. Список литературы содержит 647 источников, из них 435 отечественных и 212 зарубежных. Работа изложена на 367 страницах машинописного текста, включает 26 таблиц и 46 рисунков.

Первая глава диссертации посвящена обзору литературы, в котором автор представил современные представления о влиянии техногенеза на морфологию, водный обмен, пигментный комплекс, дендрохронологию, корневые системы, жизненное состояние древесных видов. Показано, что результаты, получаемые исследователями в разных странах и в условиях различных типов загрязнения, имеют разнонаправленный характер, причем отсутствует единая адаптивная схема оценки множества выявленных эффектов. Обзор весьма содержательный, очень подробный, автором сделаны обобщающие выводы.

Во второй главе приводятся сведения о принципах, подходах и методах, использованных при выполнении диссертационной работы, дана подробная характеристика объектов исследований и обоснование их выбора, а также характеристика района исследований, в котором на основании данных о полях концентрации загрязняющих веществ выделены зона сильного загрязнения и контроль. Подробно изложен авторский подход к определению адаптивных реакций и адаптивных стратегий древесных видов к углеводородному загрязнению.

Третья глава посвящена результатам собственных исследований. На уровнях морфологии, водного обмена, пигментного комплекса хвои и листьев, радиального прироста стволовой древесины, корненасыщенности почвы, жизненного состояния древостоев показаны видоспецифические реакции древесных видов по отношению к нефтехимическому загрязнению. Кроме того, проанализированы видоспецифические реакции объектов исследования по отношению к накоплению тяжелых металлов.

Показано, что по степени усиления ксероморфности ассимиляционного аппарата в ответ на промышленное загрязнение древесные виды образуют ряд ель < сосна < дуб < лиственница < липа < береза, причем лиственным видам характерна большая степень ксероморфности ассимиляционного аппарата, чем хвойным. По отношению к углеводородному загрязнению береза характеризуется «стрессовой» адаптивной реакцией морфологических параметров вегетативных органов, остальные древесные виды проявляют поливариантность, но с определенной долей условности лиственница и липа



тяготеют к «нейтральной» адаптивной реакции, а сосна, ель и дуб – к «толерантной».

Все лиственные древесные виды в условиях загрязнения характеризуются увеличением относительного содержания воды в листьях и снижением дефицита водного насыщения, у сосны данная реакция наблюдается только во второй половине вегетационного периода, а для лиственницы и ели невозможно сделать четкого вывода о влиянии загрязнения на эти показатели. При этом интенсивность транспирации у сосны, лиственницы и дуба характеризуется значительным увеличением относительно контроля, у липы выявлено ее значительное и достоверное подавление, а у ели и березы невозможно сделать четкого вывода о влиянии загрязнения на этот показатель. Выявлены нарушения суточной и вегетационной динамики параметров водного обмена. По отношению к углеводородному загрязнению сосна, ель, дуб, липа, береза характеризуются «стрессовой» адаптивной реакцией водного обмена хвой и листьев, лиственница – «толерантной».

Выявлены адаптивные реакции пигментного комплекса хвой и листьев на углеводородное загрязнение: увеличение содержания всех пигментов – береза; уменьшение содержания всех пигментов – лиственница; увеличение содержания хлорофиллов и уменьшение содержания каротиноидов – сосна, липа; уменьшение содержания хлорофиллов и увеличение содержания каротиноидов – ель, дуб. Для всех хвойных древесных видов, а также для дуба и березы показана стабильность хлорофиллов в соотношении «Хл *a* / Хл *b*», однако у липы в условиях загрязнения доля хлорофилла *a* в составе фотосинтезирующих пигментов возрастает в сравнении с контролем. В условиях загрязнения у всех хвойных древесных видов существенно увеличивается доля хлорофиллов на фоне уменьшения доли каротиноидов, однако у всех лиственных древесных видов доля каротиноидов в условиях загрязнения существенно возрастает на фоне уменьшения долей хлорофиллов. Сосна и липа отнесены к видам со «стрессовой» адаптивной реакцией пигментного комплекса, лиственница – «умеренно-стрессовой», дуб и береза – «нейтральной», ель – «умеренно-толерантной».

В почвах района исследований содержание Cu, Cd, Zn, Pb не превышает ПДК, однако выявлено превышение ПДК по Fe. В условиях загрязнения наблюдается уменьшение содержания в почвах Cu, Fe, Zn относительно контроля и значительное увеличение концентрации Cd и Pb. Накопление Cd в хвое и листьях лесообразователей превышает область избыточных концентраций, что подавляет поступление Zn, который находится на границе дефицита, а остальные металлы не превышают область избыточных концентраций. В условиях загрязнения у сосны увеличивается содержание всех металлов, кроме Cu, у лиственницы и всех лиственных видов увеличивается содержание всех металлов, кроме Cd, у ели увеличивается содержание Zn и Pb и уменьшается содержание остальных металлов. Транслокация металлов из почвы в хвою и листья в условиях загрязнения показывает, что все древесные виды являются «исключателями» Fe и Pb и «аккумуляторами» Zn и Cd, а в отношении Cu лиственница и дуб – «аккумуляторы», липа и береза – «индикаторы», а сосна



и ель – «исключатели». Ель отнесена к видам со «стрессовой» адаптивной реакцией к накоплению тяжелых металлов, сосна – «умеренно-толерантной», лиственница, дуб, липа и береза – «толерантной».

Углекислотное загрязнение стимулирует увеличение радиального прироста стволовой древесины у хвойных видов, но у лиственных видов наблюдается подавление прироста. При этом у сосны и дуба сокращается длительность онтогенетических периодов, у ели и липы не изменяется, а у лиственницы и березы увеличивается. Кроме того, у ели и лиственницы в условиях загрязнения смещается период максимального накопления древесины с виргинильного на генеративный период, а у сосны напротив с генеративного на вегетативно-генеративный; у лиственных пород смещений не наблюдается. Чувствительность прироста отдельно к климатическим сигналам, периодам обильного плодоношения, вспышкам инвазий хвое- и листогрызущих насекомых в целом низкая, однако у всех хвойных и лиственных видов в условиях загрязнения повышается чувствительность прироста к суммарному действию внешних стрессовых факторов. Дендрохронологические характеристики сосны тяготеют к «стрессовым» реакциям на углекислотное загрязнение, липы – к «нейтральным», дуба – к «умеренно-толерантным», лиственницы, ели и березы – к «толерантным».

У всех хвойных видов в условиях загрязнения увеличивается корненоасыщенность почвенного профиля всеми фракциями корней: поглощающими, проводящими и скелетными. У лиственных древесных видов нет единой тенденции: у дуба уменьшается корненоасыщенность поглощающими корнями, но увеличивается проводящими и скелетными корнями; у липы увеличивается корненоасыщенность поглощающими и проводящими корнями, но уменьшается скелетными корнями; у березы увеличивается корненоасыщенность поглощающими корнями, но уменьшается скелетными корнями, масса проводящих корней не изменяется. Кроме того, в условиях загрязнения относительно контроля показано видоспецифическое перераспределение фракций корней из общей корневой массы для всех древесных видов. Корневые системы сосны, липы и березы характеризуются тесными корреляционными связями с содержанием металлов в почве, а лиственницы, ели и дуба – средней теснотой корреляционных связей. В целом по отношению к нефтехимическому загрязнению у корневых систем всех древесных видов наиболее типичными являются «умеренно-толерантная» и «толерантная» адаптивные реакции, а по отношению к тяжелым металлам наиболее типичной является «умеренно-толерантная» адаптивная реакция.

Промышленное загрязнение вызывает снижение жизненного состояния древостоев, значительное у сосны, лиственницы, дуба, и менее значительное у ели, липы и березы. По степени ухудшения жизненного состояния древесные виды образуют ряд снижения: береза > ель > липа > лиственница > дуб > сосна. Основным диагностическим признаком, ухудшающим жизненное состояние древостоев, является густота кроны, за которым следует наличие мертвых сучьев в кроне и повреждение хвои/листвы. В целом адаптивные реакции по изменению жизненного состояния в ответ на промышленное загрязнение у сосны,



лиственницы и дуба оцениваются как «стрессовые», у ели, липы и березы – как «умеренно-стрессовые».

Во всех описанных выше результатах собственных исследований автором выявлена интересная особенность – для каждого вида показана относительная независимость адаптивных реакций различных параметров (морфологических, водного обмена, пигментного комплекса, корневых систем, накопления тяжелых металлов, дендрохронологических параметров, жизненного состояния древостоев) проявляющиеся в течение всего вегетационного периода и онтогенеза. Эти результаты согласуются с тезисами об экологической видоспецифичности и популяционной неоднородности видов, что необходимо учитывать при оценке состояния древостоев и прогнозировании их устойчивости и продуктивности в условиях промышленного загрязнения.

Завершает третью главу раздел, посвященный оценке адаптивных стратегий древесных растений к промышленному загрязнению. Показана относительная независимость адаптивных реакций на промышленное загрязнение, проявляющаяся не только на разных иерархических уровнях структурно-функциональной организации древесного растения, но и между иерархическими уровнями, а также видоспецифичность характера их проявления. Выявлены адаптивные стратегии древесных видов к промышленному загрязнению: сосна, лиственница и дуб характеризуются «толерантной», ель и береза – «нейтральной», липа – «стрессовой» адаптивными стратегиями. При этом сосна, лиственница и дуб характеризуются высоким адаптивным потенциалом, липа – низким, ель и береза занимают промежуточное положение. Наибольшей степенью согласованности адаптивных реакций в пределах иерархических уровней характеризуются показатели жизненного состояния древостоев и корневые системы, наименьшей – параметры водного обмена хвои/листьев. По степени согласованности адаптивных реакций между иерархическими структурно-функциональными уровнями древесные виды образуют ряд уменьшения: береза > липа > лиственница > ель > сосна > дуб. Из всех коэффициентов, характеризующих меры разнообразия, для описания степени согласованности адаптивных реакций в пределах иерархических уровней лучше всего подходит коэффициент равномерности, а между иерархическими уровнями – среднеквадратическое отклонение.

**Заключение** подытоживает проделанную работу, показаны масштабы техногенеза и его воздействие на биологические объекты, сделан акцент на углеводородном загрязнении и необходимости исследования его воздействия на растительные организмы, в логичной последовательности дается развернутый анализ полученных результатов.

**Выводы** в краткой форме отражают основные положения, изложенные в разделе собственных исследований. Сделанные диссертантом выводы лапидарные и одновременно емкие по содержанию, основываются на статистически значимых результатах.



По теме диссертации опубликовано более 60 работ, из которых 3 – в рецензируемых изданиях, индексируемых в базах данных WOS и SCOPUS, 12 – в научных журналах, рекомендованных ВАК для докторов наук по биологическим наукам, 8 – в других рецензируемых журналах перечня ВАК, 5 – монографий и глав в монографиях. Автореферат соответствует основным положениям диссертации. Работа написана грамотным литературным языком, хорошо оформлена.

Однако к работе имеется ряд вопросов:

1. Насколько близки по почвенно-климатическим условиям выбранные участки в условиях загрязнения и контроля? Автор ограничился подбором только двух контрастных условий – зона сильного загрязнения и контроль, оставив без внимания городскую территорию, которая, по сути, могла бы представлять собой зону среднего уровня загрязнения.

2. Не совсем ясно с чем связан выбор именно этих пяти тяжелых металлов (Cu, Cd, Zn, Pb, Fe) для оценки их содержания в почве, влияния на корневые системы и транслокации в хвою и листья и какие из этих элементов являются наиболее фитотоксичными для исследуемых древесных видов.

3. Автор указывает, что «...у ели и лиственницы в условиях загрязнения смещается период максимального накопления древесины с виргинильного на генеративный период, а у сосны напротив с генеративного на вегетативно-генеративный; у лиственных пород смещений не наблюдается». Не совсем ясно к чему приводят эти смещения либо их отсутствие.

4. Наибольшей степенью согласованности адаптивных реакций в пределах иерархических уровней характеризуются показатели жизненного состояния древостоев и корневые системы, наименьшей – параметры водного обмена хвои/листьев. Нет четкого указания причин «сбалансированности» и «разбалансированности» этих иерархических уровней, составляющих единое целое древесного организма и популяции.

5. В разделе практической значимости работы автор отмечает, что «Материалы диссертации могут быть использованы в зеленом строительстве при подборе древесных видов для озеленения промышленных зон с преобладанием тех или иных видов загрязнителей...». Хотелось бы получить более четкое разъяснение каким образом понимание адаптивных стратегий древесных видов к техногенезу может быть применено на практике.

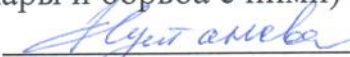
Необходимо отметить, что отмеченные замечания ни в коей мере не снижают уровня диссертационного исследования. Считаем, что представленная на защиту докторская диссертация «Лесообразующие виды Предуралья в условиях техногенеза: сравнительная эколого-биологическая характеристика, видоспецифичность, адаптивные реакции, адаптивные стратегии», отвечает требованиям пунктов 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор Уразгильдин Руслан Вилисович



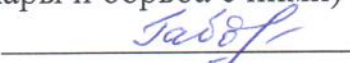
заслуживает присуждения ученой степени доктора биологических наук по специальности 06.03.02 – Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация.

Отзыв подготовили:

Профессор кафедры лесоводства и ландшафтного дизайна ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, профессор, доктор сельскохозяйственных наук (06.03.03 лесоведение и лесоводство, лесные пожары и борьба с ними)

 Султанова Р.Р.

Профессор кафедры лесоводства и ландшафтного дизайна ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, профессор, доктор сельскохозяйственных наук (06.03.03 лесоведение и лесоводство, лесные пожары и борьба с ними)

 Габдрахимов К.М.

Диссертационная работа, автореферат Уразгильдина Р. В. и отзыв рассмотрены, обсуждены и одобрены на заседании кафедры лесоводства и ландшафтного дизайна ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ (протокол № 3 от 12 ноября 2021 года).

Заведующий кафедрой лесоводства и ландшафтного дизайна ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, доцент, кандидат сельскохозяйственных наук (06.01.03 агропочвоведение, агрофизика)

 Сабирзянов И.Г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет»  
450001, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул.50-летия Октября, д. 34,  
телефон 8(347) 228-91-77, e-mail: [bgau@ufanet.ru](mailto:bgau@ufanet.ru)

Подписи Сабирзянова И.Г., Султановой Р.Р. и Габдрахимова К.М. заверяю:  
Заведующий канцелярией ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ



 Умербаева Л.Г.