

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Олега Арнольдовича Аненхонова «**ЛЕСНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ И ВЕРОЯТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЕЕ КЛИМАТОГЕННОЙ ДИНАМИКИ**», представленную в диссертационный совет Д 003.058.01 при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальностям 03.02.01 – «Ботаника» и 03.02.08 – «Экология (биологические науки)»

Наземное фитоценотическое разнообразие является важным компонентом биоразнообразия Байкальской Сибири. В то же время, именно оно подвержено трансформации и возможной деградации в большей степени в результате хозяйственной деятельности и изменений климата. Для контроля ситуации необходимо знание фитоценотического разнообразия и реакции растительных сообществ на наиболее значимые экологические факторы. Поэтому несомненна актуальность изучения фитоценотического разнообразия Западного Забайкалья, где проблема его выявления для лесной растительности на эколого-флористической основе оставалась практически не решенной.

Целью исследований является определение синтаксономической структуры лесной растительности Западного Забайкалья и установление вероятных направлений ее динамики при изменениях климата.

Значимость для науки и практики представляют разработанная синтаксономия лесной растительности региона с позиций эколого-флористического подхода к классификации Браун-Бланке и анализ вероятных тенденций динамики лесной растительности на ценоценотическом и надценоценотическом уровнях при изменениях климата. Флористико-геоботанические исследования позволили впервые выявить ряд видов сосудистых растений для территории Бурятии, а также уточнить распространение большого количества видов растений в пределах региона. Результаты исследований нашли отражение в деятельности по охране природной флоры (Красная книга Республики Бурятия (2002, 2013), в рекомендациях по оптимизации рекреационной деятельности на территории ряда ООПТ. Выполнены эколого-ботанические изыскания и подготовлены рекомендации в рамках 10 проектов по Оценке воздействия на окружающую среду.

Работа прошла достаточную апробацию. Основные положения докладывались на авторитетных российских и международных конференциях высокого ранга. Работа поддерживалась грантами РФФИ, Президиума СО РАН, Глобального экологического фонда. По теме диссертации опубликовано 142 научных работы, из которых 40 – публикации в печатных изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 7 глав, выводов, списка литературы (600 наименований, в том числе 141 на



иностранных языках) и двух приложений. Текст работы изложен на 475 страницах машинописного текста, содержит 48 таблиц и 52 рисунка.

**Первая глава** посвящена обзору природных условий района исследований. Западное Забайкалье занимает значительную часть Республики Бурятия. Территория его располагается в пределах двух крупных речных бассейнов Енисея (включая бассейн оз. Байкал) и Лены. Климат Западного Забайкалья резко континентальный. Господствующим типом в регионе растительности является лесной. Общая площадь земель, занятых лесами в республике Бурятия, составляет почти 85%. В целом растительность Западного Забайкалья представляет собой сложный, гетерогенный комплекс, что обусловлено совокупным влиянием ряда природных и антропогенных факторов, определяющих формирование его состава и территориальных закономерностей распространения.

**Во второй главе** приводятся детальные сведения о материале и методах, примененных в диссертационном исследовании. В основу работы положены материалы собственных исследований, проводившихся автором, либо научными группами под руководством и при непосредственном участии автора, в 1987-2015 гг. на территории Западного Забайкалья. При проведении полевых работ использовались, большей частью, стандартные методы флористических и геоботанических исследований. Всего в ходе проведенных исследований автором выполнено более 1800 геоботанических описаний, половина из которых использована при подготовке диссертации. Собранные гербарные материалы насчитывают более 5 тыс. листов гербария сосудистых растений, более 700 пакетов мохообразных и лишайников. Материал для дендрохронологических исследований составили 1370 кернов древесины.

Полученные материалы были подвергнуты статистическому анализу с применением современных пакетов компьютерных программ. Классификация растительности построена в соответствии с Кодексом фитосоциологической номенклатуры с использованием эколого-флористического подхода Браун-Бланке. Объем собранного и проанализированного материала, совокупность примененных при этом современных методов исследований, достаточны для получения достоверных результатов.

**В третьей главе** проведен анализ ряда понятий и терминов, которые автор рассматривает в качестве методологических при исследовании состава, структуры и климатогенной динамики растительного покрова, в частности, таких как: континуальность и дискретность растительного покрова; представление о растительном покрове как системе нечетких множеств; буферность как динамическое свойство растительного покрова; флуктуационная и сукцессионная динамика растительности.

*Не очень понятно, в разделе «структурный аспект растительного покрова» (стр. 72), на каком основании автор определяет виды и популяции как естественные объекты? Они многообъектны.*

*Не совсем точно автор иллюстрирует «гистерезис» в экосистемах в диссертации (рисунок 3.2). В первоисточнике (ВИКИПЕДИЯ), откуда*



заимствована иллюстрация, этот рисунок не имеет подписи и демонстрирует схему гистерезиса для физических систем.

**В четвертой главе** кратко охарактеризованы некоторые черты флоры лесов Западного Забайкалья. При этом подчеркивается, что в лесах, как типе местообитаний, при ведущей роли видов лесного флористического комплекса, в сложении флоры принимают участие виды разных флористических комплексов. В горно-таежных районах региона во флоре лесов вполне обычными компонентами являются виды высокогорного и горного общепоясного, а также азонального флористических комплексов. В лесостепных районах в составе флоры лесов постоянно присутствуют виды степной флоры, при этом, сосновые леса характеризуются более значительным их участием, чем лиственные. Таким образом, флора любой лесной территории в пределах региона гетерогенна. Ботанико-географической основой этого является сложность геолого-геоморфологической обстановки и высокая "пестрота" мезо- и микроклиматических условий. Гетерогенность флоры лесов имеет прямое значение для оценки вероятных направлений климатогенных перестроек растительного покрова. Это связано с тем, что разные компоненты флоры по-разному реагируют на текущие изменения климата в зависимости от их экологических «предпочтений».

**Пятая глава** посвящена лесной растительности Западного Забайкалья. Наиболее крупными зональными подразделениями древесной растительности здесь являются леса таежной зоны в северной части региона и лесные сообщества лесостепи в южной. На основе проведенных исследований, а также критического анализа имеющихся опубликованных данных, составлен продромус лесной растительности Западного Забайкалья. Система синтаксонов лесной растительности Западного Забайкалья включает зональные и интразональные единицы. В ее составе выделено 5 классов, из которых два класса (*Vaccinio-Piceetea*, *Rhytidio rugosi-Laricetea sibiricae*) представляют собой основные зональные единицы лесной растительности региона и охватывают большую часть синтаксономического разнообразия лесов. Три класса отнесены к зонально-интразональным, или – "классам, интразональным на региональном уровне": *Quercu mongolicae-Betuletea davuricae*, *Brachypodio pinnatii-Betuletea pendulae*, *Milio effusi-Abietetea sibiricae*. Их сообщества, являясь зональными в других регионах, в исследованном диссертантом регионе находятся на границах ареалов и приурочены к интразональным местообитаниям. В целом разнообразие лесной растительности описывается не менее, чем 10 порядками, 14 союзами, 39 ассоциациями и 20 субассоциациями. В главе подробно проанализированы вопросы синтаксономии приводимых в продромусе единиц классификации и дана характеристика синтаксонов, выделенных на территории Западного Забайкалья.

**Наиболее обширная шестая глава** посвящена оценке вероятной динамики растительного покрова при изменениях климата. Среди изменений экосистем автор выделяет видимые и "скрытые". Видимыми "следами" потенциально климатогенных изменений экосистем Забайкалья он считает: опустынивание ландшафтов, изменение температурного режима сезонной



мерзлоты и деградация многолетней мерзлоты на южной границе криолитозоны, расширение озер и появление новых малых озер в криолитозоне, деградацию озер в степной и лесостепной зоне южного Забайкалья; отмирание участков березняков в лесостепной зоне, регистрация заносных видов ксерофильных растений, расселение термофильных насекомых.

К "скрытым" климатогенным изменениям Олег Арнольдович относит: изменение пропорций компонентов в составе экосистем; изменения структурно-функциональных параметров экосистем: активности и биологической продуктивности видов, баланса элементов в биологическом круговороте.

"Краеугольным камнем" реакции растительного покрова на изменения климата автор считает изменение видового состава, которое реализуется через различные механизмы. В работе показаны результаты изучения видового состава, трактуемые как обусловленные направленными изменениями климата. Исходной посылкой для анализа соотношений активности и видового богатства экологических групп видов является «компенсация плотностью или экологическое высвобождение».

В качестве модельного объекта для оценки климатогенных изменений во флористическом составе бореальных горно-таежных лесов использованы сообщества светло- и темнохвойных лесов класса *Vaccinio-Piceetea* в Северном Забайкалье. Установлено, что в ценофлоре наблюдается лишь незначительное ослабление активности мезоксерофитов. Такое положение может свидетельствовать об отсутствии значимых для данных сообществ климатических изменений.

В настоящих степях выявлен дисбаланс только в группе мезоксерофитов: низкая активность на фоне довольно высокого видового богатства, что может отражать ослабление ценотических позиций данной группы в связи с текущей аридизацией климата. В ценофлоре умеренно сухих луговых степей ранги активности и богатства всех групп сбалансированы. В ценофлоре умеренно влажных луговых степей выражены низкая активность и высокое видовое богатство группы мезофитов, повышенная активность ксеромезофитов и особенно мезоксерофитов при низком видовом богатстве этих групп. Это соответствует тенденции усиления ксерофитности в сообществах.

Также проведена оценка вероятных климатогенных изменений для пойменной луговой и лугово-болотной растительности класса *Calamagrostietea langsдорффи* в районе сплошного и прерывистого распространения мерзлоты в Северном Забайкалье. Здесь наблюдается совпадение классов активности и видового богатства выделенных эколого-географических групп, что может служить свидетельством их достаточно продолжительного существования в относительно стабильных климатических условиях. С учетом высоких темпов потепления в регионе, можно считать, что происходящего потепления пока не достаточно (по продолжительности и/или по интенсивности) для формирования отклика этих растительных сообществ. Главным фактором среды для сообществ данного союза является пойменный режим, тогда как флуктуации и даже тренды климатических условий (до определенной степени) способны оказывать на них



влияние в гораздо меньшей степени. Такое влияние может быть оказано только при крупномасштабных климатических перестройках.

Выполнена сравнительная оценка уязвимости к засушливым условиям сосновых и лиственничных лесов лесостепи Южного Забайкалья. В Южном Забайкалье сосна распространена в более засушливых местообитаниях по сравнению с лиственницей сибирской. Следовательно, деревья сосны в большей степени подвержены воздействию дефицита влагообеспеченности, но, вместе с тем, *обладают большей устойчивостью* к этому стрессовому фактору по сравнению с лиственницей сибирской. Предполагается, что лиственничные леса в лесостепи Южного Забайкалья могут устойчиво функционировать при относительно стабильном климате, но повышение аридности неизбежно приведет к росту засушливости.

Автор приводит результаты дендрохронологических (по сути дендроклиматических) исследований и отмечает, что наблюдается общая тенденция снижения радиального прироста сосны и лиственницы на модельных полигонах трех ключевых участков, начиная примерно с 2000 года. По его мнению, данная тенденция обусловлена текущими изменениями климата, выражающимися в росте среднегодовых температур и сопутствующей аридизацией.

*К сожалению, при использовании в анализе результатов расчета прироста базальной части ствола, диссертантом было нарушено методическое требование о стандартизации древесно-кольцевых хронологий, что повлекло за собой не очень верную интерпретацию данных. При стандартизации из хронологий удаляются возрастные тренды, присущие индивидуальным деревьям, после чего они становятся пригодными для сравнения и дендроклиматического анализа. Демонстрируемое автором снижение прироста с 2000 г., скорее всего, является проявлением возрастного тренда исследуемых деревьев, который не был удален (рис. 6.25 диссертации; рис. 4 автореферата). Плюс к этому добавляется и циклическое снижение прироста, а размерность цикличности автором не изучалась и не принималась во внимание. В то же время на этих рисунках видно, что декларируемое снижение прироста происходит только у деревьев крупных полигонов, тогда как на средних и малых ничего похожего не наблюдается. А на тех графиках, где приводятся стандартизованные хронологии (Std-хронологии, которые автор называет укрупненными), никакого снижения радиального прироста не наблюдается во всех местообитаниях (рис. 6.31; 6.32).*

*К сожалению, автором не выполнен корреляционный анализ связи прироста сосны и лиственницы с климатическими параметрами. Но даже визуальное сравнение графиков прироста лиственницы и сосны (рис. 6.31 и 6.32) с индексом PDSI не показывает наличие достоверной связи между ними. Впрочем, автор и сам об этом говорит на стр. 270. Но, тем не менее, делает заключение в конце раздела о возможной связи прироста деревьев с ростом температур и аридизацией (стр. 272). Графики на этих же рисунках не подтверждают тезис автора о большей устойчивости к засухе сосны по сравнению с лиственницей. При более низких значениях PDSI (-3, -4) прирост*



*лиственницы ничуть не уступает таковой сосны, в местообитаниях которой значения индекса Палмера не опускаются ниже -3.*

**В седьмой главе** рассмотрено значение экспертного потенциала флористической и флористико-геоботанической информации в современных условиях, охарактеризованы итоги эколого-ботанической оценки проектов освоения природных ресурсов Западного Забайкалья. Автором была проведена работа по оптимизации содержания видовых очерков и структуры Красной книги Республики Бурятия, выполнены исследования всего разнообразия флоры сосудистых растений, фиоценотического разнообразия и особенностей пространственного размещения растительного покрова на особо охраняемых территориях Республики Бурятия.

В объемном приложении приведены характеризующие таблицы ассоциаций эколого-флористической классификации лесной растительности Западного Забайкалья и синоптические таблицы синтаксонов эколого-флористической классификации лесной растительности Западного Забайкалья.

Выводы диссертации сформулированы ясно и полно и отражают решение поставленных диссертантом задач, за исключением вывода 9, который является не достаточно обоснованным, поскольку дендрохронологические исследования были проведены с отклонениями от стандартной методики и не в полном объеме.

В достоверности основной части результатов не возникает сомнения. В исследовании использован большой объем материала, тщательным образом статистически обработанный.

Цель исследования достигнута. Текст автореферата соответствует основному содержанию диссертации.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ


Диссертация О.А. Аненхонова является законченным профессиональным научно-исследовательским трудом, выполненным полностью самостоятельно на высоком научном уровне. В работе приведены результаты исследований, позволяющие квалифицировать их как решение крупной научной задачи в областях фитоценологии, флористики и экологии, которые имеют большие перспективы практического применения в научных исследованиях и высшем образовании, в рациональном природопользовании и охране природы. Необходимо особо отметить, что созданная Олегом Арнольдовичем эколого-флористическая классификация растительности является первым крупным цельным обобщением для столь обширного региона, как Западное Забайкалье.

Работа основана на очень большом массиве исходных данных, написана хорошим научным языком, насыщена большим количеством информативных иллюстраций. Большинство вопросов и замечаний к диссертации носят дискуссионный характер и должны найти разрешение в процессе защиты диссертации.

В целом, диссертационная работа О.А. Аненхонова удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК к диссертации на соискание ученой степени

доктора биологических наук по специальности 03.02.01 – Ботаника и 03.02.08 – Экология (биологические науки), а ее автор, безусловно, достоин присвоения искомой степени.

Доктор биологических наук (03.00.16 – экология),  
заместитель директора по научной работе,  
заведующий лабораторией биоиндикации экосистем  
Федерального государственного бюджетного  
учреждения науки Сибирского института  
физиологии и биохимии растений  
Сибирского отделения  
Российской академии наук

 Виктор Иванович Воронин

664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 132  
Тел. +7 3952 425979  
e-mail: [bioin@sifibr.irk.ru](mailto:bioin@sifibr.irk.ru)  
[www.sifibr.irk.ru](http://www.sifibr.irk.ru)