

Мишихина Юлия Дмитриевна

**Эколого-географические особенности структуры
ценопопуляций вереска обыкновенного
(*Calluna vulgaris* (L.) Hull) в сосновых лесах
Притоболья Западной Сибири и Русской равнины**

Специальность 06.03.02 – лесоведение,
лесоводство, лесоустройство и лесная таксация

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Екатеринбург – 2016

Работа выполнена в ФГБУН Ботанический сад
Уральского отделения Российской академии наук

Научный руководитель: доктор биологических наук
Петрова Ирина Владимировна

Официальные оппоненты: Веселкин Денис Васильевич, доктор
биологических наук, профессор, Институт
экологии растений и животных УрО РАН,
лаборатория биоразнообразия
растительного мира и микобиоты,
заведующий;
Тетерюк Людмила Владимировна,
кандидат биологических наук, ФГБУН
Институт биологии Коми научного центра
УрО РАН, отдел флоры и растительности
Севера, старший научный сотрудник

Ведущая организация: ФГБУН Ботанический сад-институт Уфимского науч-
ного центра РАН

Защита диссертации состоится 01 июля 2016 г. в 12⁰⁰ часов на заседании дис-
сертационного совета Д 212.281.01 при ФГБОУ ВПО «Уральский государ-
ственный лесотехнический университет» по адресу: 620100, г. Екатеринбург,
Сибирский тракт, 37, ауд. 401.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВПО
«Уральский государственный лесотехнический университет» (www.usfeu.ru)

Автореферат разослан «_____» _____ 2016 г.

Учёный секретарь
диссертационного
совета, канд. с.-х. наук,
доцент

Магасумова Альфия Гаптрауфовна

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследований. Одним из характерных видов нижнего яруса сосновых лесов на суховатых песчаных почвах надпойменных террас рек Русской равнины и юго-запада Западной Сибири (Притоболье) является вереск обыкновенный (*Calluna vulgaris* (L.) Hull). Тип «вересковых боров» с доминированием вереска в составе нижнего яруса фитоценоза ("*Calluna type*") в Скандинавии еще в начале прошлого века выделил Cajander [1949], а в Припышминских борах Западной Сибири П.И. Чудников [1930]. Заросли вереска играют многообразную эколого-ценотическую роль во взаимоотношениях с другими компонентами лесного биогеоценоза. В Европе они издавна были важным ресурсом пчеловодства, овцеводства и охотничьего хозяйства [Gimingham, 1975].

В настоящее время в Европе и намного менее в России разносторонне изучены ареал, фитоценология, морфология и экология вереска на уровне особей [Hulten, 1958; Gimingham, 1960, 1975; Faegry, Iversen, 1975;] и начато его популяционно-генетическое изучение [Mahy et al., 1997, 1999; Rendel et al., 2002; и др.]. В то же время почти отсутствуют эколого-географические исследования на ценопопуляционном уровне, посвященные изучению особенностей взаимоотношений вереска с изменениями ценотической среды, структуры и конкуренции древостоя-эдификатора. Актуальность этого направления для лесоведения, лесной экологии и биогеоценологии обусловлена необходимостью выявления структурно-функциональных связей между древостоем-эдификатором и нижним ярусом фитоценоза в лесных биогеоценозах различных регионов [Сукачев, 1964].

Цель диссертации – сравнительное количественное эколого-географическое изучение особенностей структуры и роста ценопопуляций вереска обыкновенного в зависимости от изменений структуры и конкуренции древостоя-эдификатора сосны обыкновенной в географически замещающих типах леса Притоболья Западной Сибири и Русской равнины.

Задачи диссертации:

1. Выбор методических подходов и методов, ординация и классификация объектов для сравнительного эколого-географического изучения ценопопуляций вереска обыкновенного в географически замещающих типах сосновых лесов Притоболья Западной Сибири и Русской равнины.

2. Сравнительное изучение градиентов климата и особенностей лесотипологического экоареала ценопопуляций вереска в географически замещающих типах леса одной из подзон Притоболья и Русской равнины.

3. Выявление зонально-географических тенденций (трендов) изменения средних параметров морфологической структуры, роста и жизненности ценопопуляций вереска в топоэкологически аналогичных типах сосновых лесов Притоболья и Русской равнины.

4. Микроэкосистемный эколого-географический анализ связей параметров структуры и роста ценопопуляций вереска с параметрами структуры, корневой, световой и интегральной конкуренции древостоя-эдификатора сосны обыкновенной в пределах лесных биогеоценозов.

Методология и методы диссертационного исследования. Количественное экогеографическое изучение структуры, роста и жизненности ценопопуляций вереска обыкновенного проведено на основе трёх методических подходов:

- 1) общепринятого в лесной экологии ценоэкологического [В.Н. Сукачев, 1964];
- 2) микроэкосистемного, разработанного Н.С. Санниковой [1992], который заключается в сопряженном анализе связей структуры и функций вереска и древостоя-эдификатора;
- 3) ценогеографического – на базе географической ординации зонально и провинциально замещающих типов леса, по С.Н. Санникову [1974. 1992]. Для решения задач данной работы на основе вышеперечисленных подходов применён широкий спектр современных методов: ценопопуляционной экологии, географии растений, лесоведения, дендрометрии, климатологии, морфологии, анатомии растений и других.

Обоснованность результатов исследования. Сформулированные в диссертационной работе научные положения, заключение обоснованы соответствующим цели, задачам и объектам исследования, апробированными методическими подходами и методами, достаточным объемом, репрезентативностью и уровнем анализа фактических данных, полученных в ходе систематизированных полевых, лабораторных исследований и экспериментов. Достоверность результатов обеспечена применением современных статистических методов, анализа и оценки с применением общепринятых компьютерных программ.

Научная новизна. Впервые составлена и применена в качестве основного методического принципа ценогеографического изучения популяций вереска обыкновенного схема географической ординации зонально замещающих типов сосновых лесов Русской равнины. Для количественного математико-статистического анализа влияния конкуренции древостоя-эдификатора на структуру и рост вереска впервые применены цено-микроэкосистемный подход и комплекс экофизиологически обоснованных индексов корневой, световой и интегральной конкуренции древостоя, разработанные Н.С. Санниковой [1992].

На основе системы ординации географически замещающих типов топозкологически аналогичных типов леса подзоны предлесостепи Русской равнины и Западной Сибири на количественном уровне выявлены сходство и различие экоареалов, лесотипологические оптимумы и минимумы ценопопуляций вереска; показано его полное отсутствие на болотах Западной Сибири, в отличие от Русской равнины.

Впервые изучена географическая изменчивость средних и максимальных параметров проективного покрытия, роста, жизненности и ценотической роли вереска; выявлены их зональные тренды в географически замещающих типах сосновых лесов Русской равнины и Западной Сибири.

В итоге сравнительного анализа комплекса морфологических и анатомических параметров листьев вереска показаны их некоторые статистически

достоверные различия в ценопопуляциях Русской равнины и Притоболья Западной Сибири.

Впервые изучены на основе микроэкосистемного анализа и математически формализованы корреляционно-регрессионные связи параметров проективного покрытия, роста и жизненности ценопопуляций вереска с индексами конкуренции древостоев. Выявлена более тесная связь показателей роста вереска с индексом корневой конкуренции древостоя, по сравнению с его световой конкуренцией, и их максимальная корреляция с индексом интегральной конкуренции древостоя.

Положения, выносимые на защиту:

1. Эколого-географические особенности структуры и функций ценопопуляций вереска обыкновенного на сравнительном количественном уровне могут быть выявлены на основе системы зонально и провинциально географически замещающих типов леса и ценопопуляционно-микроэкосистемного анализа связей параметров вереска с параметрами структуры и конкуренции древостоя-эдификатора сосны обыкновенной.

2. Экоареалы ценопопуляций вереска под пологом сосновых лесов Западной Сибири и Русской равнины сходны по их фитоценолотическому оптимуму в топоэкологически аналогичном типе леса «сосняк бруснично-вересково-зеленомошный», но альтернативны в связи с отсутствием вереска в сосняках «багульниково-кассандрово-сфагновых» на верховых болотах Западной Сибири.

3. Параметры текущего прироста вереска и его проективного покрытия терминальных побегов находятся в достоверной отрицательной связи с индексами корневой, «световой» и интегральной конкуренцией древостоя-эдификатора – ведущими факторами формирования структуры и жизненности ценопопуляций вереска под пологом леса.

4. В рядах зонально-замещающих типов сосновых лесов Русской равнины и Западной Сибири выявляются тренды некоторых параметров структуры ценопопуляций вереска, особенно текущего прироста терминальных побегов.

Теоретическое и практическое значение работы.

Выявленные количественные связи параметров структуры, роста и жизненности ценопопуляций вереска обыкновенного с индексами конкуренции древостоя-эдификатора и их особенности в географически замещающих типах сосновых лесов представляют собой конструктивный вклад в развитие лесной биогеоценологии, популяционной экологии и биогеографии. В прикладном плане они могут служить основой для разработки системы лесоводственных мер по сохранению и улучшению жизненности и роста редких и исчезающих популяций вереска, особенно на границах его ареала. Результаты исследований могут быть также использованы в курсах экологии, биогеоценологии и биогеографии ВУЗов и при разработке мер по организации охраны генофонда природных популяций растений.

Апробация работы.

Основные результаты работы были представлены на: Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Ботанические сады: от

фундаментальных проблем до практических задач» (Екатеринбург, 7–10 октября 2014); III(V) Всероссийской молодежной конференции с участием иностранных ученых "Перспективы развития и проблемы современной ботаники" (Новосибирск, 10–14 ноября 2014 г.); Всероссийской конференции «Теоретические и прикладные аспекты современной науки» (Белгород, 30 ноября 2014); Всероссийской конференции "Репродуктивная биология, экология и география растений и сообществ Среднего Поволжья" (Ульяновск, 27–29 ноября 2012); Всероссийской конференции «Отечественная геоботаника. Основные вехи и перспективы» (Санкт-Петербург, 2011); Международной конференции молодых ученых «Актуальные проблемы ботаники и экологии» (Ялта, 21–25 сентября 2010 г.); Международной конференции «Дендрология XXI века» (Санкт-Петербург, 6–8 октября 2010).

Основные результаты диссертации изложены в 18 печатных работах, в том числе 7 в рецензируемых журналах (список ВАК)

Личный вклад автора заключается в анализе состояния проблемы, определении цели и основных задач исследований; подборе методов и репрезентативных объектов; сборе, обработке, анализе и интерпретации результатов и формулировании выводов, а также в написании и оформлении диссертационной работы.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения и 7 глав, заключения и списка использованной литературы, включающего 158 работ, в том числе 35 на иностранных языках и приложения.

Благодарность. Автор выражает признательность научному руководителю д-ру биол. наук Ирине Владимировне Петровой и особую благодарность д-ру биол. наук, профессору Станиславу Николаевичу Санникову, канд. биол. наук Нелли Серафимовне Санниковой за бесценные консультации, помощь в подборе методических подходов и методов исследований. А также за помощь в сборе материала, организацию исследований – весь коллектив ЛПБДР и ДЛ, в частности, канд. биол. наук Ольгу Евгеньевну Черепанову, за помощь в определении объёмного прироста древостоев - канд. с.-х. наук Георгия Васильевича Андреева.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

В главе приведен разносторонний литературный обзор состояния предшествующих исследований в плане постановки основных задач диссертации.

Прежде всего, определено систематическое положение вида *Calluna vulgaris* (L.) Hull [Комаров, 1952; Тахтаджян, 1982; Яковлев, 1990] и дано подробное описание главнейших морфологических и, частью, анатомических параметров и особенностей различных органов – годовых побегов, листа, цветка, семян, плодов и корней [Mochammed, Gimmingham, 1970; Stevens, 1970; Тахтаджян, 1982; Артамонов, 1991; Губанов, 2004; Яковлева, 2005]. Особо отмечена «эрикоидная» форма и признаки ксероморфизма мелких вечнозелёных листьев (с развитой кутикулой, эпидермой, устьицами, погру-

женными в желобок и защищенными трихомами), способных ограничивать избыточную транспирацию [Gimingham, 1960; Walter, 1968; Gimingham, 1975; Онегин, 2008; Cherepanova et al., 2015].

По данным европейских авторов в Атлантике, Западной и Центральной Европе [Beijerink, 1940; Hulten, 1958; Gimingham, 1975; Lang, 1994] и отечественных в России [Коржинский, 1898; Федченко, 1936; Спрыгин, 1941; Мишкин, 1953; Чернов, 1959; Горчаковский, 1962; Тевс, 1964, и др.], подробно описан географический ареал вереска обыкновенного. Отмечено широкое распространение зарослей вереска в сообществах с другими кустарниками на открытых местообитаниях («верещатниках», на месте сведенных сосновых и дубово-сосновых лесов) побережий и островов Атлантики. В отличие от Притоболья Западной Сибири, констатирована почти повсеместная встречаемость вереска в Европе (от Ирландии до востока Русской равнины) на мезо- и олиготрофных болотах [Горчаковский, 1962; Тевс, 1964; Соколов, 1986].

По данным исследований П.Л. Горчаковского [1962] и лесотипологических описаний П.И. Чудникова [1930], С.Н. Санникова [1966], Е.П. Смолоногова [1968], описан ареал длительно изолированных от его основной европейской части островных популяций вереска в Притоболье. Выявлено, что он абсолютно отсутствует на верховых или переходных болотах [Петрова и др., 2009; Санников и др., 2013, 2014]. Подчеркнута необходимость уточнения границ местонахождений вереска в Притоболье, особенно в крайней восточной части его ареала.

Разносторонне охарактеризованы главнейшие аутоэкологические требования вереска – предпочитаемые для его выживания, роста, развития и факторы среды местообитаний. Выявлено, что по требованиям к почве это мезоксерофит и термофил (неустойчивый к гипотермии и мерзлоте субстрата), олиготроф и кальциефоб и, преимущественно, псаммофит (встречающийся, однако, и на горных, и заболоченных торфяных почвах); в наземной среде предпочитающий высокую влажность атмосферы, но толерантный к периодическим засухам. Сделан вывод, что, как и сосна обыкновенная, леса которой подвержены частым пожарам, вереск – типичный пирофит, способный возобновляться и устойчиво доминировать в составе сообществ в послепожарной среде.

В статье И.В. Петровой и др. [2009] выявлены некоторые различия проективного покрытия вереска в ценопопуляциях Притоболья и Среднего Поволжья и полное отсутствие вереска на верховых болотах в Западной Сибири. Другие работы, посвященные изучению экоареала вереска в различных регионах, отсутствуют.

В заключительной части обзора приведены результаты изучения влияния экологически обоснованного индекса корневой конкуренции древостоя, а также индексов его световой и интегральной конкуренции на проективное покрытие и рост вереска в сосновых лесах [Санникова и др., 2012].

ГЛАВА 2. СИСТЕМА ПРИРОДНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ОБЪЕКТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объекты изучения. Сравнительное эколого-географическое изучение структуры, роста и жизненности ценопопуляций вереска проведено в сосновых лесах четырех подзон Западной Сибири и пяти подзон Русской равнины на основе принципов системы ординации зонально (климатически) замещающих типов леса Западной Сибири С.Н. Санникова [1974, 1992, 2009]. По этой системе равнинные сосновые леса на надпойменных песчаных террасах рек сводятся в 6 меридиональных рядов топоэкологически аналогичных зонально замещающих типов сосняков: I – на сухих сильно дренированных почвах вершин увалов (дюн); II – на суховатых хорошо дренированных почвах покатых склонов невысоких бугров; III – на свежих песчаных с прослойками ортзанда почвах пологих склонов увалов; IV – на влажных слабо дренированных песчаных, подстилаемых суглинками почвах нижних частей склонов, плоских вершин или террас; V – на сырых плохо дренированных песчано-глинистых торфянисто-глеевых почвах слабопроточных окраин западин мезорельефа; VI – на мокрых глубоких торфяных почвах бессточных западин рельефа (верховых болот).

На основе принципов зонально-географической ординации типов леса С.Н. Санникова и классификации типов сосновых лесов Л.П. Рысина (1970) нами составлена аналогичная схема зонально замещающих типов сосняков Русской равнины. Общая схема ординации зонально и географически замещающих типов сосновых лесов, принятая за основу наших исследований, приведена в таблице 1.

В качестве основного типа географически замещающих типов сосновых лесов для сопоставимого сравнительного анализа параметров структуры и функций ценопопуляций вереска принят «сосняк бруснично-вересково-зеленомошный» (*Pineta hylocomiosa*), относящийся ко II ряду топоаналогов в местных топоэкологических профилях типов леса различных подзон. Как будет показано в главе 4, этот тип леса представляет собой фитоценотический и лесотипологический оптимум встречаемости, проективного покрытия и жизненности ценопопуляций вереска, как в Западной Сибири, так и на Русской равнине. Заложены и проанализированы пробные площади в смежном по топоэкологическому профилю типе леса – сосняке бруснично-чернично-зеленомошном (Н. Новгород, Заводоуспенское). Кроме того, на Русской равнине, где вереск встречается в заболоченных сосняках сфагновой группы (*Pineta sphagnosa*), заложена серия пробных площадей (4) в сосняках багульниково-кассандрово-сфагновых (Vб бонитета), представляющих отдельный VI ряд климазамещающих типов леса (таблица 1).

Во втором разделе главы 2 кратко рассмотрены основные особенности климата Русской равнины и Западной Сибири.

Таблица 1. Географическая ординация зонально замещающих типов сосновых лесов на надпойменных песчаных террасах рек.

Подзона	Русская равнина*						Западная Сибирь**					
	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
Плт					***ос-сф (Мурманск)		тл-лш	лш-бр-зм	гл-лш-зм-дм	бг-зм-сф		
Тс	вр-лш вк-лш	вр-зм вк-бр-зм	вр-бр ч-зм	вк-ч-зм гл-дм	ос-пц-сф гл-дм-сф	бг-кc-сф (Архангельск)	бр-лш	бр-пл-зм	бр-ч-бг-зм	гл-бг-дм	бг-сф	
Тср	тл-лш вк-лш	бр-зм бр-вк-зм (Сыктывкар)	бр-ч-зм	ч-зм гл-дм	ос-пц-сф гл-дм	бг-кc-сф	тл-лш	лш-бр-зм бр-вк-зм (Урай)	бр-ч-зм	бр-бг-зм	гл-бг-дм	бг-кc-сф
Тю	лш вк-лш	бр-зм бр-вк-зм (Киров, Луга)	бр-ч-зм	мтр-зм ч-ор-зм	ос-пц-сф гл-дм-сф	бг-кc-сф (Псков)	бр-лш	бр-вк-зм (Тавда)	бр-ч-зм	ч-зм	гл-бг-дм	бг-кc-сф
Плс	мтр-лш	мтр-бр-зм	бр-ч-зм (Н.Новгород)	ч-зм ч-ор-зм мтр-ч-зм	ос-пц-сф мл-ч-зм	бг-кc-сф (Н.Новгород)	бр-лш	бр-вк-зм (Трошково)	бр-ч-зм (Заводушенское)	ч-зм	ос-зл-хв	бг-кc-сф
Лс	мтр-лш	мтр-бр	мтр-бр-ч (Пенза)	мтр-ч	ос-пц-сф	-	бр-лш	бр-мт-зм бр-вк-зм (Курган)	мт-зм	орл-мт	ос-зл-хв	бг-кc-сф

Примечания: *по данным Рысина Л. П. (1975) и **Санникова С. Н. (1992, 2009). Обведены черным типы леса на пробных площадях.

Подзоны: Плт – предлесотундра, Тс – тайга северная, Тср – тайга средняя, Тю – тайга южная, Плс – предлесостепь, Лс – лесостепь.

Шифры типов леса (сосняков): бг-сф – багульниково-сфагновый; гл-дм – голубично-долгомошный; бг-дм – багульниково-долгомошный; мтр-бр – мелкотравно-брусничный; бр-вк-зм – бруснично-вересково-зеленомошный; мтр-бр-ч – мелкотравно-бруснично-черничный; бр-зм – бруснично-зеленомошный; мтр-лш – мелкотравно-лишайниковый; бр-лш – бруснично-лишайниковый; пц-сф – пушицево-сфагновый; бр-ч-зм – бруснично-чернично-зеленомошный; ч-зм – чернично-зеленомошный; вк-лш – воронично-лишайниковый; ч-дм – чернично-долгомошный; вр-бр – вересково-брусничный; ч-ор-зм – чернично-орляково-зеленомошный.

При сходстве интенсивности солнечной радиации на одной географической широте этих стран показаны значительные, экологически важные для роста, жизненности и формирования структуры ценопопуляций вереска, различия в гидротермических режимах климата их вегетационного периода. Они обусловлены, прежде всего, различиями в континентальности, закономерно возрастающей с северо-запада на юго-восток, по мере удаления от Атлантики, а также экранирующей ролью Уральского хребта по отношению к Западной Сибири.

На основе данных климадиаграмм показано, что средняя многолетняя длина вегетационного периода (ДВП) в лесной и лесостепной зонах уменьшается со 147–181 суток на Русской равнине до 147–159 суток в Западной Сибири. При этом сумма эффективных для роста вереска среднесуточных температур воздуха выше 5° уменьшается с 1754–2563° до 1641–2223°, а количество дождевых осадков (с мая по август, включительно) – с 254–301 до 217–280 мм

Гидротермические коэффициенты Г.Т. Селянинова [Селянинов, 1958] лишь в подзоне северной лесостепи (Пенза–Курган) несколько уменьшаются (с 0.99 до 0.97), но коэффициенты увлажнения атмосферы Н.Н. Иванова [1948] падают с 0.504 до 0.444, т.е. почти на 12%.

В целом, сделан вывод о значительном увеличении степени засушливости климата в Притоболье, по сравнению с географически замещающими регионами Русской равнины.

Мегарельеф Русской равнины и Западной Сибири характеризуется исключительной выравненностью с колебаниями абсолютных высот местности до 250 м в их пределах, за исключением отдельных водораздельных возвышенностей ледникового или трансгрессивного морского происхождения. Объекты наших исследований – ценопопуляции вереска – в большинстве случаев тесно ассоциированы с сосновыми лесами геоморфологических областей песчаных надпойменных террас рек Западной Сибири и Русской равнины. Поэтому особенности мезорельефа и местоположения в нем изучавшихся сосняков и ценопопуляций вереска рассмотрены в разделе, посвященном характеристике типов сосновых лесов на 14 пробных площадях.

В общем, мезорельеф преобладающих по площади вторых – «боровых» песчаных надпойменных песчаных террас рек Русской равнины и Западной Сибири (высотой 20–40 м над уровнем рек), на которых доминируют сосняки с вереском в нижнем ярусе фитоценозов – равнинный, плоскоувалистый [Санников, 1992]. Вдоль русел рек невысокие (до 10–15 м) гряды песчаных увалов с пологими склонами разделены широкими ложбинами древнего стока, а поперек – узкими долинами притоков главной реки. Западины рельефа на увалах заняты болотами.

ГЛАВА 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основные методические подходы. Количественное изучение экологических и географических особенностей структуры и жизненности ценопо-

пуляций вереска в Западной Сибири и на Русской равнине проведено на основе трех методических подходов: *ценопопуляционного* (подразделения поселений вереска на ценоticheские популяции, территориально совпадающие с лесными биогеоценозами), *микроэкосистемного* (анализа изменений структуры, роста и жизненности ценопопуляции вереска в зависимости от изменений структуры и конкуренции древостоя-эдификатора в пределах биогеоценозов сосновых лесов) [Санникова, 1992, 2003] и *ценогеографического* (сравнительного изучения структуры и функций ценопопуляций вереска в различных подзонах и двух ландшафтных стран на основе ординации зонально и географически замещающих типов леса) [Санников, 1974, 1992].

Ценопопуляционно-микроэкосистемный подход и методы. В соответствии с принципами микроэкосистемного подхода [Санникова, 1992, 2003; Санникова и др., 2012] выполнено сопряженное количественное изучение параметров структуры и факторов конкуренции древостоя-эдификатора сосны, а также проективного покрытия, длины лидирующих побегов и текущего прироста их терминальных побегов – в пределах лесных биогеоценозов в общей сложности на 14 пробных площадях Русской равнины и Притоболья Западной Сибири (рисунок 1).

С этой целью на каждой пробной площади размером 0.3–0.5 га, расположенной в пределах одного лесного биогеоценоза, с доминированием сосны (10С), параметры древостоя учтены на 35–50 круговых учетных площадках с радиусом, равным средней длине главных латеральных корней деревьев (от 5 до 10 м в зависимости от возраста). Круговые учётные площадки систематически выборочно размещали на 3–5 параллельных трансектах, пересекающих участки с различной плотностью древостоя – от разрежений - «окон» в нем до максимальных сгущений. Расстояние между рядами – 10–20 м, а между центрами площадок в ряду – 5–10 м. В пределах таких круговых площадок – «микроэкосистем» – все компоненты древостоя, среды, а также растения вереска наиболее тесно связаны, а за их пределами их связи быстро уменьшаются или исчезают [Санникова, 1992].

Изучение параметров древостоя. На круговых макроплощадках пробных площадей измерены следующие параметры древостоя: диаметры стволов всех деревьев на высоте 1.3 м (с точностью 1 см), их расстояния до центра площадки (D , с точностью до 0.1 м). Для вычисления индекса корневой конкуренции деревьев, равного Zv/D [Санникова, 1992] на каждой пробной площади у 30 модельных деревьев различных ступеней толщины ствола отобраны буровые образцы для определения его радиального прироста за последние 5 лет, а также измерены высоты стволов для определения разряда их высоты и последующего расчета объемного прироста (Zv) всех деревьев на пробной площади по региональным таблицам [Смолоногов, 1970; Верхунов, 1991].

В итоге камеральной обработки полевых данных для всех 790 круговых площадок вычислены следующие средние статистические параметры древостоя и их ошибки: число деревьев на 1 га, абсолютная полнота ($m^2/га$), индек-

сы корневой, световой и интегральной конкуренции, по Н.С. Санниковой и др. [2012].

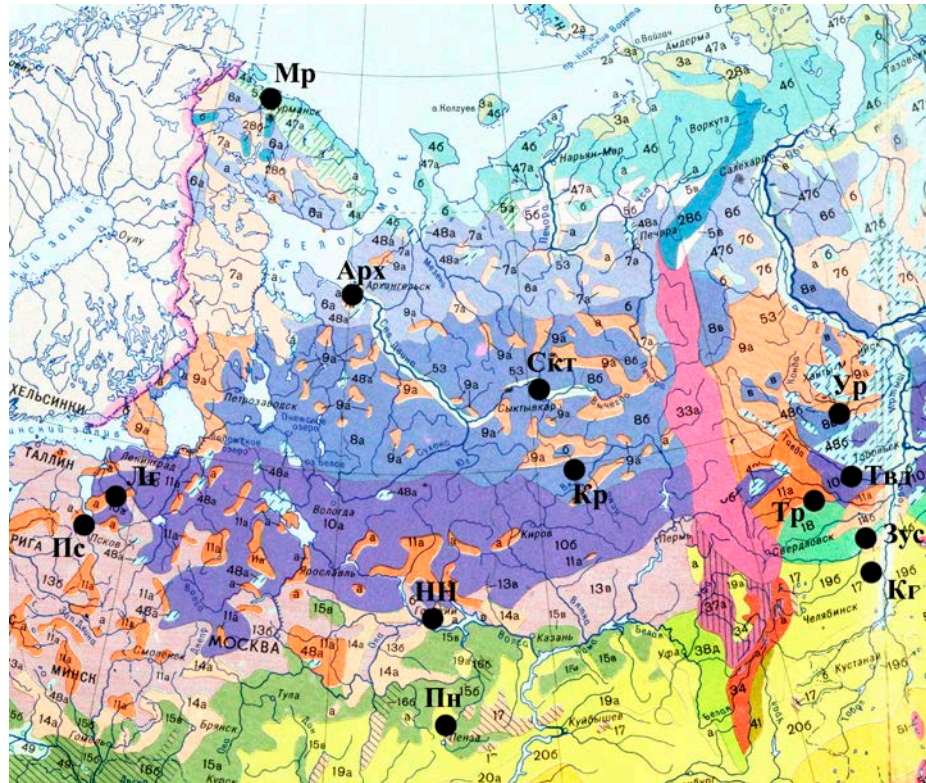


Рисунок 1. Карта-схема размещения пробных площадей.

Шифры пробных площадей: Скт – Сыктывкар; Кр – Киров; Лг – Луга; НН – Нижний Новгород; Пн – Пенза; Mr – Мурманск; Арх – Архангельск; Пс – Псков; Ур – Урай; Твд – Тавда; Тр – Трошково; Зус – Заводоуспенское; Кг – Курган.

Количественная оценка факторов конкуренции древостоя. Индекс корневой конкуренции ($I_{ккд}$) окружающего древостоя (т.е. всех деревьев, достигающих корнями до изучаемого экземпляра вереска, находящегося в центре круговой площадки), вычислялся как сумма индексов корневой конкуренции этих деревьев – $\sum Zv/D$ [Санникова, 1992].

Индекс световой конкуренции древостоя ($I_{скд}$), т.е. «перехвата» им фотосинтетически активной солнечной радиации (ФАР), определен как разность $ФАР_{п} - ФАР_{0.4}$; где $ФАР_{п}$ – полная ФАР, приходящая к пологу крон древостоя (измеренная на открытом месте – 100%), а $ФАР_{0.4}$ – относительная ФАР (%) под пологом древостоя в центре круговой площадки на высоте 40 см (одновременно измеренная на всех площадках в 12–14 ч. дня при облачности 10 баллов).

Эмпирический индекс интегральной корневой и световой конкуренции древостоя по отношению к растениям нижнего яруса леса определен как произведение $I_{кскд} = I_{ккд} \times I_{скд}$.

Изучение параметров среды и вереска выполнено на учетных микроплощадках размером 1×1 м, заложенных на пробных площадях в центрах всех круговых макроплощадок (в общей сложности – 790). На каждой из них учтены факторы среды – ФАР на высоте 40 см от поверхности почвы (люксметром ТКА-32) и видовой состав доминант характерных видов травяно-

кустарничкового и мохового ярусов фитоценоза, а также следующие параметры структуры, роста и жизненности вереска: 1) проективное покрытие (P , %), а также доминант травяно-кустарничкового и мохового ярусов (измеренные с помощью 25-клеточной сетки Л.Г. Раменского (1937) размером 1×1 м (с точностью 4%); 2) длина лидирующего побега модельного экземпляра (измерена с точностью 1 см от верхних латеральных корней до терминальной почки); 3) годичный прирост длины лидирующего побега вереска (измерен за 5 лет с точностью до 0.1 см).

При камеральной обработке данных вычислены средние ценопопуляционные параметры вереска – проективное покрытие (P , %), длина лидирующего побега (L , см), текущий (средний за 5 последних лет) годичный прирост его терминального побега (Zh), коэффициенты жизненности (Zh/L) и ценоотической роли ($P \times H$, Санников, 1992).

Морфологические и анатомические параметры листьев (длина, толщина и удлиненность листа и клеток его эпидермы) измерены на свежих или фиксированных образцах 30 растений (на каждом в 5-кратной повторности) с применением бинокляра МС-2-ZOOM и микроскопа Carl Zeiss.

Статистическая обработка данных, регрессионный и корреляционный анализ проведены на основе общепринятых методов [Лакин, 1980] и программ Statistica 6.0, Microsoft Excel 2003.

ГЛАВА 4. ГРАДИЕНТЫ КЛИМАТА И ЭКОАРЕАЛ ВЕРЕСКА В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ

Градиенты климата. Интенсивность солнечной радиации в географически замещающих местообитаниях Русской равнины и Западной Сибири на одной и той же широте, например в Пскове и Тугулыме, одинакова, но по числу часов солнечного сияния районы Зауралья на 30% превосходят запад Русской равнины [Орлова, 1962].

Анализ климадиаграмм двух восточно-европейских (Псков, Киров) и двух географически замещающих притобольских (Тугулым, Тавда) местообитаний вереска в южной части лесной зоны (рисунок 2) выявил значительные градиенты их гидротермического режима.

При близких суммах эффективных суточных температур воздуха (выше $+10^\circ\text{C}$) вегетационного периода на Русской равнине и в Западной Сибири ($1733\text{--}1834^\circ$ и $1736\text{--}1840^\circ\text{C}$ соответственно) среднее количество осадков того же периода в Притоболье (258–294 мм) на 15–25% меньше, а их испаряемость на 27–35% больше, чем на Русской равнине. Коэффициенты увлажнения атмосферы в течение вегетационного периода в подзоне южной тайги Русской равнины (Псков – 0.696, Киров – 0.584), по Н.Н. Иванову [1948], соответствуют умеренно влажному континентальному климату, а на той же широте в Притоболье на 14–16% меньше, соответствуя зоне средне континентального полузасушливого климата. Гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова [1958] в предлесостепи Притоболья (1.247) также на 16 % меньше, чем на Русской равнине (1.485). В целом, климат вегетационного периода в Притоболье отличается значительной засушливостью от климата

Русской равнины, особенно ее западных регионов, а, следовательно, и почв, особенно рыхло-песчаных характерных для сосняков бруснично-вересково-зеленомошных.

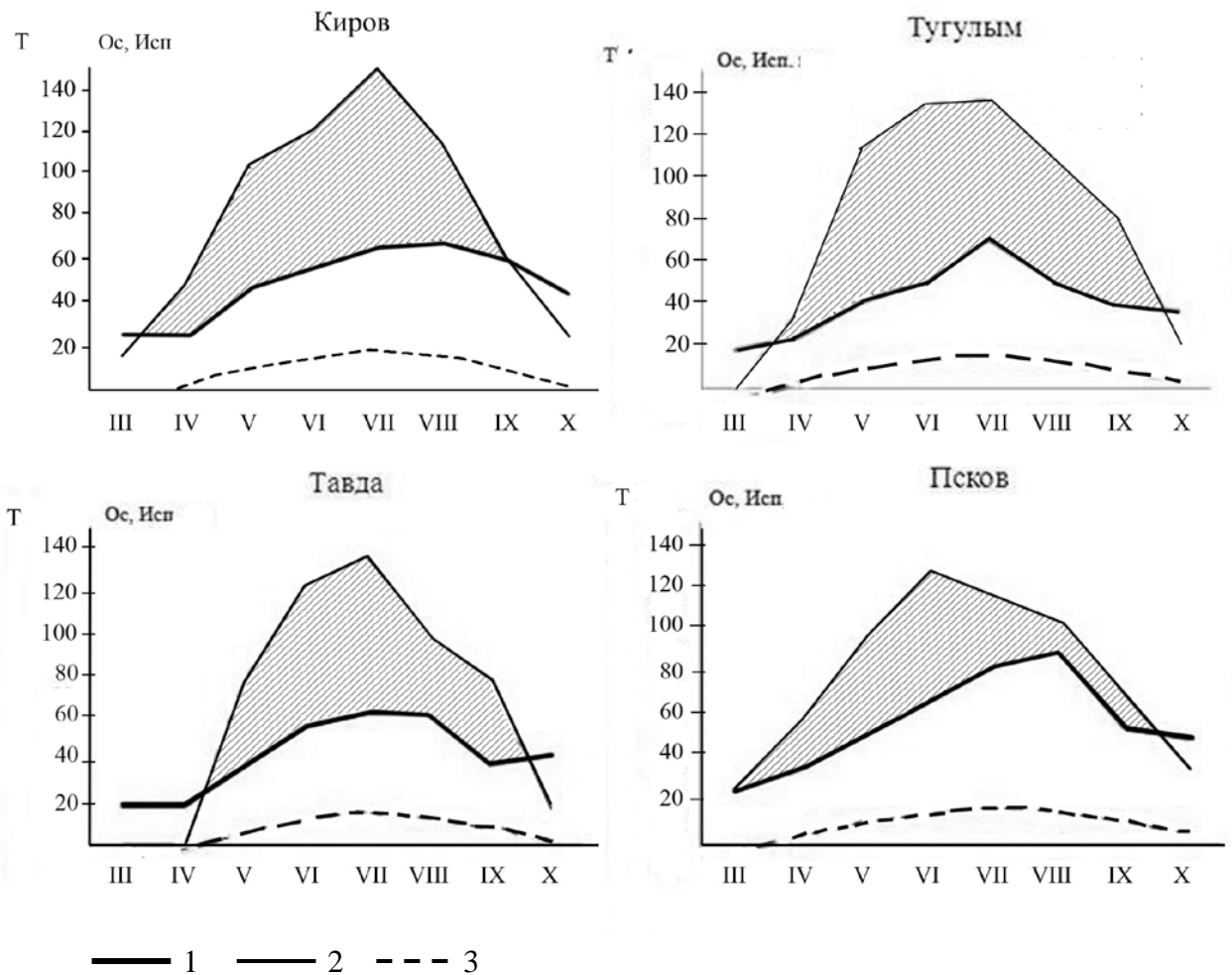


Рисунок 2. Климатодиаграммы местообитаний восточно-европейских (Киров, южная тайга; Н. Новгород, предлесостепь) и западно-сибирских (Тавда, южная тайга; Тугулым, предлесостепь) популяций *Calluna vulgaris*. Ос – осадки (1), мм; Исп – испаряемость, мм (2); Т – среднемесячная температура воздуха, °С (3).

Особенности экоареала вереска. Сравнительный анализ среднего проективного покрытия ценопопуляций вереска в обобщенных профилях географически замещающих типов сосновых лесов подзоны предлесостепи Русской равнины и Западной Сибири выявил их значительное сходство (рисунок 3). Судя по максимуму проективного покрытия (30.4 ± 4.5 в Западной Сибири и 29.8 ± 3.7 на Русской равнине) и средней длины лидирующих побегов (112.0 ± 33.2 и 81.9 ± 20.2 соответственно), в обоих регионах, в меньшей мере – в Притоболье, биогеоценологический оптимум жизни и роста вереска находится в типе леса «сосняк бруснично-вересково-зеленомошный». От него эти параметры уменьшаются, с одной стороны, к сухому сосняку бруснично-лишайниковому (до 9.0 ± 2.7 в Притоболье, но лишь до 18.1 ± 4.2 в Поволжье), а с другой, – к более увлажняемым типам леса нижней части топоэкологического профиля.

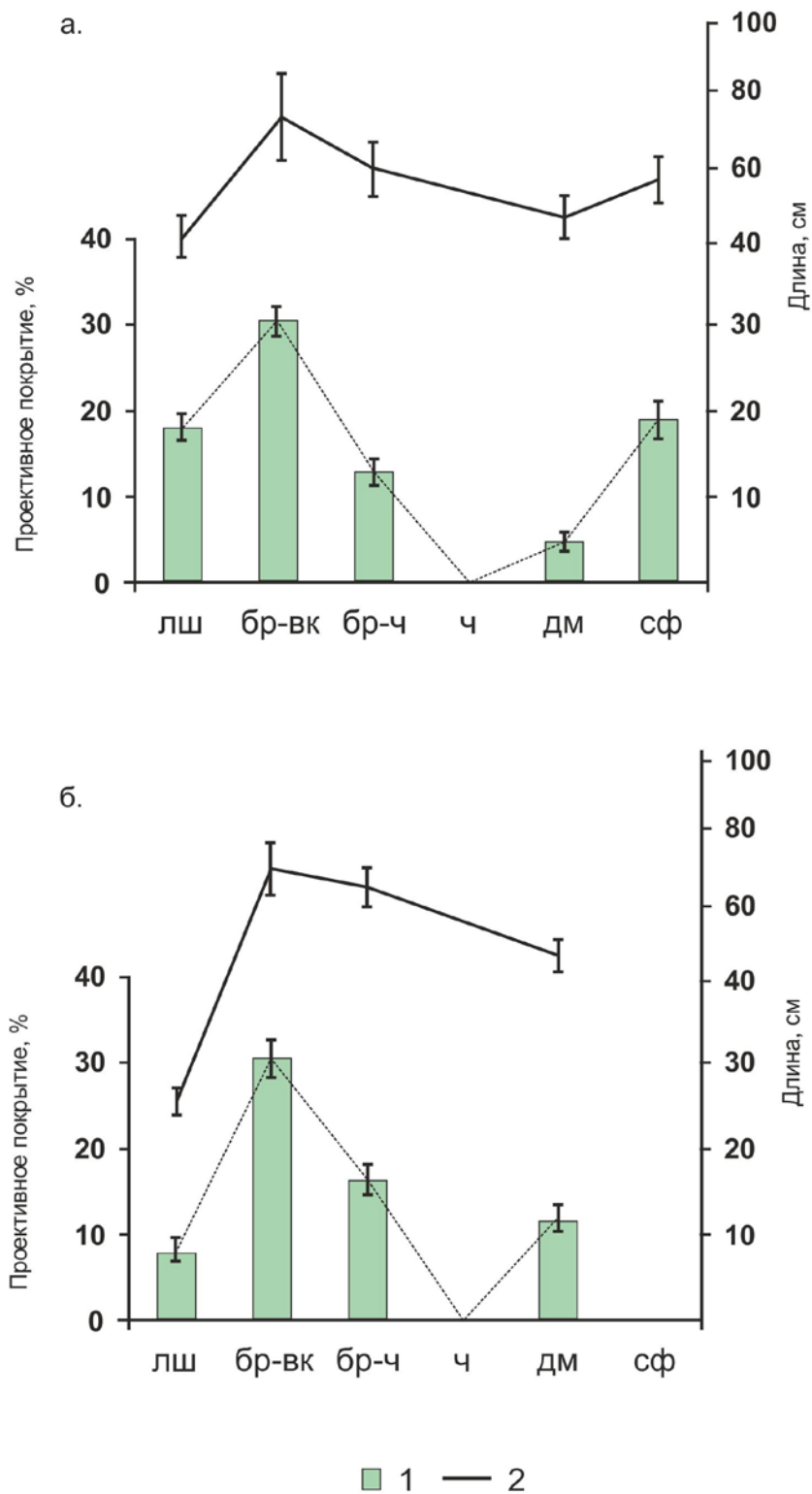


Рисунок 3. Среднее проективное покрытие и длина побегов *C. vulgaris* в географически замещающих типах сосновых лесов Русской равнины (а) и Притоболья (б). 1 – проективное покрытие; 2 – длина лидирующего побега. Вертикальные линии – ошибки средних величин. Типы леса, сосняки: лш – бруснично-лишайниковый; бр-вк-зм – бруснично-вересково-зеленомошный; бр-ч – бруснично-чернично-зеленомошный; ч – чернично-зеленомошный; дм – долгомошный; сф – багульниково-кассандрово-сфагновый.

Некоторое уменьшение, по сравнению с Русской равниной (29.8 ± 3.7), проективного покрытия вереска в сосняке бруснично-лишайниковом засушливого Притоболья и его увеличение в сосняке долгомошном (12.3 ± 4.5) согласуется с «правилом смещения фитоценозов» по градиенту влажности климата и почвы В.В. Алехина [1936].

Резко выраженным отличием Притобольского экоареала вереска обыкновенного в Притоболье от европейского является абсолютное отсутствие даже отдельных особей этого вида на верховых и переходных болотах. Вероятно, это обусловлено не только недостаточной для популяций термофильного вереска теплообеспеченностью торфяного субстрата, но и их генетической дивергенцией от европейских [Санников и др., 2013, 2014].

Средняя длина лидирующих побегов вереска, по-видимому, (рисунок 3) положительно коррелирует с его проективным покрытием. При этом максимальные величины длины главных побегов, почти совпадающие на Русской равнине и в Западной Сибири (140–160 см), не уступают таковым в географическом оптимуме роста и обилия вереска в Шотландии или на Северо-Германской низменности.

ГЛАВА 5. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ТРЕНДЫ СТРУКТУРЫ И ЖИЗНЕННОСТИ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ ВЕРЕСКА

На основе системы географической ординации зонально замещающих типов сосновых лесов нами выявлены средние параметры структуры, роста и жизненности суходольных и болотных ценопопуляций вереска в различных подзонах Русской равнины и Западной Сибири. Эти данные обобщены в таблице 2, где показаны некоторые тренды их зональных изменений. Анализируя зональные градиенты этих параметров вереска, можно выявить следующие тенденции.

Проективное покрытие. Этот фитоценотический параметр, наряду с высотой зарослей вереска, отражает их вегетативную мощность (ценотическую роль), а у «клоновых» ценопопуляций и успешность их возобновления. В зонально замещающих типах сосняков бруснично-вересково-зеленомошных Притоболья в направлении от южной тайги к предлесостепи наблюдается более чем трехкратное (с 9.0 ± 2.7 до 30.4 ± 4.5 %) повышение проективного покрытия, вероятно обусловленное его термофильностью, а затем в лесостепи вновь его уменьшение (до 17,5 %), по-видимому, связанное с ростом дефицита влажности климата. На Русской равнине на данном материале не выявляется аналогичной тенденции.

Длина лидирующих побегов. Средняя длина лидирующих побегов куста вереска (L), текущий годичный прирост их терминальных побегов (Zh), а на Русской равнине и общий средний за всю жизнь прирост достоверно повышаются от таежных подзон к предлесостепи как на Русской равнине, так и в Западной Сибири (за исключением длины побегов в южной тайге Русской равнины); в Западной Сибири к северной лесостепи величина текущего прироста уменьшается.

Таблица 2. Средние морфологические параметры ценопопуляций вереска обыкновенного в зонально замещающих суходольных и заболоченных сосновых лесах различных подзон Русской равнины и Западной Сибири

Местонахождение		Тип леса	Древостой-эдификатор		Параметры ценопопуляции								
Пункт	подзона		возраст, лет	полнота, м ² /га*	возраст, лет	P, %		L, см		P x L	Zh/L, %	Zh, см	
						M _{x±m}	M _{x±m}	макс.	M _{x±m}			макс.	
<i>Русская равнина, суходолы</i>													
Сыктывкар	Тср	Бр-вк-зм	35	0.2	35	22.1±5.2	25.5±5.3	58.8	566	10.6	3.7±0.9	5.1	
Киров	Тю	Бр-вк-зм	95	15.6	23	18.1±4.2	86.2±24.0	143	1560	4.9	4.2±1.1	6.2	
Луга	Тю	Бр-вк-зм	110	19.8	35	29.8±3.7	112±23.2	158	3338	4.9	5.5±2.1	10.8	
Н.Новгород	Плс	Бр-ч-зм	35	9.8	19	12.3±2.7	61.2±17.3	94.2	753	10.3	6.3±1.9	13.5	
<i>Русская равнина, болота***</i>													
Мурманск	Лтр	**ос-сф	–	(0.3)	–	19.3±5.7	68.1±17.2	114.3	1314	40	2.7±0.7	6.5	
Архангельск	Тс	Бг-ос-сф	80	1.24	35	50.6±17.6	81.7±18.9	140.5	4134	7.7	6.3±1.3	12.6	
Псков	Тю	Бг-к-сф	80	10.1	25	18.9±5.6	57.2±15.6	86.7	1081	17.1	9.8±4.1	13.8	
Н. Новгород	Плс	Бг-к-сф	35	0.98	20	17.9±4.9	46.5±17.1	63.1	1297	14.2	6.6±2.9	8.8	
<i>Западная Сибирь, суходолы</i>													
Урай	Тср	Бр-вк-зм	135	19.8	37	17.2±4.3	81.9±20.2	145.4	1327	5.9	4.8±1.6	11.2	
Тавда	Тю	Бр-вк-зм	30	5.5	29	9.0±2.7	48.8±13.8	72.9	439	14.3	7.0±2.3	10.3	
Трошкова	Плс	Бр-вк-зм	110	24.4	34	30.4±4.5	72.7±14.9	112.1	2210	9.9	7.2±2.0	10.3	
Заводо-успенское	Плс	Бр-ч-зм	115	26.9	30	16.8±3.7	67.7±16.4	130.4	2917	11.1	7.5±2.8	11.8	
Курган	Лсс	Бр-вк-зм	120	21.3	35	17.5±4.5	80.3±9.2	99.1	1405	5.7	4.6±0.9	12.7	

Подзоны: Лтр – лесотундра, Тс – тайга северная, Тср – тайга средняя, Тю – тайга южная, Плс – предлесостепь, Лсс – лесостепь северная; * в скобках – относительная полнота; ** березняк (*Betula pampa*); верховые (Псков, Н. Новгород) и переходные болота (Мурманск, Архангельск). P – проективное покрытие, L – длина, Zh – среднегодовой прирост лидирующего терминального побега; P x H – коэффициент ценогенетической роли [Санников, 1992].

Наиболее вероятные факторы этих отчетливых трендов – увеличение термообеспеченности вереска вплоть до предлесостепи, а затем в лесостепи – повышение дефицита влажности его местообитаний.

Жизненность. В Притоболье Западной Сибири констатировано достоверное уменьшение жизненности (Zh/L) в направлениях к северу (5.9 в средней тайге) и к югу (5.7 в северной лесостепи) от географического максимума (14.3 в южной тайге), но на Русской равнине определённого тренда не выявлено.

Ценотическая роль. Общее увеличение коэффициента ценотической роли вереска ($P \times L$) в структуре травяно-кустарничкового яруса сосновых лесов в направлении с севера на юг, как на Русской равнине, так и в Западной Сибири, по-видимому, отражает соответствующие изменения его фитомассы по мере увеличения теплоресурсов экотопов.

В зонально замещающих сосняках багульниково-кассандрово-сфагновых Vб бонитета на верховых болотах Русской равнины проективное покрытие вереска, приуроченного к микрорельефу кочек, уменьшается от максимума в северной тайге (Архангельск, 50.6 ± 17.6) к южной (Псков, 18.9 ± 5.9), но возрастает в предлесостепи (Н. Новгород, $27.9 \pm 4.9\%$). В том же направлении средняя длина лидирующих побегов вереска уменьшается с 81.7 ± 18.9 см в северной тайге до 46.5 ± 17.1 см в предлесостепи. По величине текущего прироста терминальных побегов отмечается отчетливый тренд повышения этого параметра от предлесотундры (Мурманск, 2.7 ± 0.7 см) к южной тайге (Псков, 9.8 ± 4.1 см), а затем снижения к предлесостепи (6.6 ± 2.9 см).

ГЛАВА 6. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И АНАТОМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОСОБЕЙ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ (*Calluna vulgaris* L.)

В данной главе, прежде всего, описаны характерные особенности морфоструктуры и морфогенеза годичных побегов и листьев вереска в условиях Притоболья Западной Сибири. Отмечена способность абаксиальной эпидермы листа прогибаться вовнутрь, что позволяет сократить транспирацию [Cherepanova et al. 2015].

Сравнительный географический анализ параметров морфологической и анатомической структуры листьев на трансекте Гомель–Сыктывкар–Пенза–Заводоуспенское позволил выявить их некоторые статистически достоверные градиенты.

Различия в средних размерах длины и особенно толщины листа между популяцией вереска в Притоболье (Заводоуспенское) и на восточной границе его европейского ареала (Сыктывкар, Пенза) достоверны на высоком доверительном уровне ($p \leq 0.00001$). Это, наряду с установленными популяционно-генетическими, экологическими и морфо-анатомическими; [Cherepanova et al. 2015] отличиями притобольских изолированных популяций вереска от восточно-европейских может служить одним из оснований для выделения в Притоболье особого подвида *Calluna vulgaris* (L.) Hull [Санников и др., 2014].

Статистически достоверные различия по параметрам анатомической структуры клеток гиподермы и хлоренхимы на материале изучавшихся цено-

популяций не выявляются. Достоверно меньшее, по сравнению с ценопопуляциями лесной зоны Гомель – (16.44 ± 0.55) , Заводоуспенское – (13.32 ± 0.63) , Сыктывкар – (15.69 ± 0.80) , количество устьиц (9.47 ± 0.46) на листьях вереска в ценопопуляции подзоны северной лесостепи на крайнем юго-востоке его ареала на Русской равнине (Пенза), вероятно, обусловлено его адаптацией к засушливым почвенно-климатическим условиям.

ГЛАВА 7. МИКРОЭКОСИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ СВЯЗЕЙ СТРУКТУРЫ, РОСТА И ЖИЗНЕННОСТИ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ (*Calluna vulgaris* L.) С ФАКТОРАМИ КОНКУРЕНЦИИ ДРЕВОСТОЯ-ЭДИФИКАТОРА

Количественный ценопопуляционно-микроэкосистемный анализ показал, что в зонально замещающих типах сосняков трех подзон лесной зоны Западной Сибири наблюдается достоверная корреляция текущего прироста терминальных побегов вереска с экологическим индексом корневой конкуренции, возрастающая с севера на юг, вероятно, в связи с усилением корневой конкуренции древостоя (рисунок 4).

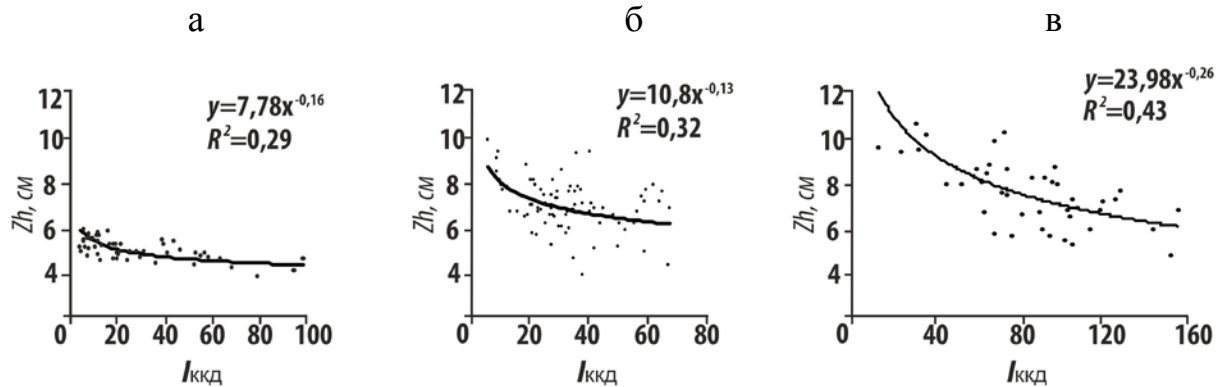


Рисунок 4. Связь приростов терминальных побегов (Zh) *Calluna vulgaris* с индексом корневой ($I_{ккд}$) конкуренции древостоя-эдификатора в сосняках бруснично-вересково-зеленомошных в различных подзонах Западной Сибири: а – Урай (средняя тайга); б – Тавда (южная тайга); в – Заводоуспенское (предлесостепь) ($p \leq 0.05$).

Несколько меньшие, чем с $I_{ккд}$, теснота связей и доля вклада в общую дисперсию текущего роста вереска характерны для $I_{скд}$. Однако наиболее тесная и достоверная связь наблюдается с индексом интегральной конкуренции древостоя ($I_{кскд}$), отражающим совместное влияние корневой и световой конкуренции древостоя-эдификатора.

В географически замещающем типе леса сосняка бруснично-вересково-зеленомошного на западе Русской равнины (Луга) теснота связей текущего прироста побегов вереска с индексами конкуренции древостоя (при его близкой полноте) слабо отличается от таковых в Притоболье (Урай). Однако градиент падения скорости прироста его побегов при увеличении $I_{скд}$ до 80% здесь в 1.8–2.5 раза больше, чем в Притоболье, что, вероятно обусловлено его большей гелиофильностью.

Аналогичные по форме и близкие по тесноте и достоверности связи с факторами корневой и световой конкуренции древостоев выявлены также у

проективного покрытия вереска. Теснота его корреляции с $I_{ккд}$ изменяется в пределах 0.29–0.43 ($p \leq 0.05$ –0.01), а с $I_{скд}$ – 0.26–0.35.

Во всех изучавшихся ценопопуляциях вереска, как в Западной Сибири, так и на Русской равнине, при одинаковом увеличении конкуренции древостоя градиенты падения проективного покрытия вереска в 1.5–3 раза больше градиентов уменьшения текущего прироста его побегов. Следовательно, процесс изреживания зарослей вереска по мере увеличения конкуренции древостоя происходит быстрее и раньше темпа снижения его роста.

Сравнительный анализ в условиях среды одного биогеоценоза показал, что градиенты уменьшения текущего прироста терминальных побегов вереска под влиянием корневой конкуренции древостоя на 55%, а под влиянием световой конкуренции на 64% меньше, чем у подростка сосны. Это отражает бóльшую толерантность вереска как характерного вида нижнего яруса фитоценозов, по сравнению с сосной обыкновенной – одним из наиболее гелиофильных лесообразующих видов верхнего яруса.

В целом, установленные нами достоверные количественные связи свидетельствуют о ведущей детерминирующей роли хорологических изменений (мозаичности) структуры и конкуренции древостоя-эдификатора в формировании структуры ценопопуляций вереска под его пологом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В итоге сравнительного количественного эколого-географического изучения особенностей структуры, роста и жизненности природных ценопопуляций вереска обыкновенного (*Calluna vulgaris* (L.) Hull) под пологом зонально и провинциально географически замещающих типов сосновых лесов Западной Сибири и Русской равнины получены следующие основные результаты.

Впервые применены и апробированы в качестве основного методического подхода для ценогеографического изучения популяций вереска обыкновенного принцип и методы ординации географически замещающих топоэкологически аналогичных типов сосновых лесов С.Н. Санникова [1974]. Составлена схема ординации зонально (климатически) замещающих типов сосновых лесов Русской равнины. Для количественного анализа влияния изменений структуры и функций древостоя-эдификатора на структуру и рост вереска применены ценопопуляционно-микроэкосистемный подход и комплекс экофизиологически обоснованных индексов корневой, световой и интегральной конкуренции древостоя-эдификатора Н.С. Санниковой [1992].

На основе системы ординации географически замещающих типов леса подзоны предлесостепи на количественном уровне выявлены максимумы и минимумы экоареалов ценопопуляций вереска на Русской равнине и в Западной Сибири, их сходство по совпадению оптимума в типе леса «сосняк бруснично-вересково-зеленомошный» и альтернативное различие в связи с отсутствием вереска на верховых болотах в сосняках багульниково-касандрово-сфагновых Притоболья.

На количественном уровне выявлены географические тренды средних и максимальных параметров проективного покрытия, роста, жизненности и ценотической роли вереска, а также их некоторые зональные тренды в зонально замещающих типах сосновых лесов Русской равнины и Западной Сибири. В частности, показаны максимальные уровни параметров текущего прироста побегов и жизненности в ценопопуляциях южной тайги и предлесостепи и их достоверное снижение к северной (Урай) и южной (Курган) границам ареала в Притоболье.

Впервые изучены и математически формализованы корреляционно-регрессионные связи параметров проективного покрытия, роста и жизненности ценопопуляций вереска с конкуренцией древостоя-эдификатора. Установлена более тесная связь показателей роста вереска с индексом корневой конкуренции древостоя, по сравнению с его световой конкуренцией, и подтверждена их максимальная корреляция с индексом интегральной конкуренции древостоя. Выявлена меньшая гелиофильность вереска в Притоболье, по сравнению с вереском на западе Русской равнины, а также по сравнению с подростом сосны обыкновенной в Западной Сибири.

В итоге сравнительного анализа комплекса морфологических и анатомических параметров листьев вереска показаны их статистически достоверные различия в ценопопуляциях Русской равнины и Притоболья Западной Сибири, которые могут служить одним из оснований для выделения особого таксона вереска обыкновенного в Западной Сибири.

Выявленные эколого-географические закономерности могут стать основой для разработки системы лесоводственных мер по улучшению жизненности, и роста и организации охраны редких и исчезающих ценопопуляций вереска обыкновенного, особенно на восточной границе его ареала в Западной Сибири.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В журналах и изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Чучалина, А.А. Численность, возрастная структура и жизненность подроста сосны в контрастных экотопах подзон предлесостепи и средней тайги / А.А. Чучалина, Ю.Д. Мищикина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2013. - №1 (39). - С. 14 - 17.

2. Санников, С.Н. Генетическая дивергенция восточноевропейский и притобольских популяций *Calluna vulgaris* (L.) Hull. / С.Н. Санников, И.В. Петрова, М.А. Полежаева, Ю.Д. Мищикина, О.Е. Черепанова, О.С. Дымшкова // Экология. - 2013. - № 2. – С. 110-114.

3. Мищикина, Ю.Д. Географическая изменчивость проективного покрытия и роста вереска обыкновенного на Русской равнине и в Западной Сибири / Ю.Д. Мищикина, И.В. Петрова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2013. - №3 (41). - С. 222-226.

4. Санникова, Н.С. Факторы конкуренции древостоя-эдификатора: количественный анализ и синтез / Н.С. Санникова, С.Н. Санников, И.В. Пет-

рова, Ю.Д. Мищикина, О.Е. Черепанова // Экология. - 2012. - № 6. - С. 403-409.

5. Черепанова, О.Е. Влияние факторов среды (температуры и влажности воздуха) на качество пыльцы сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) / О.Е. Черепанова, Ю.Д. Мищикина // Аграрный вестник Урала. - 2012. - № 7 (99). - С. 72 - 73.

6. Петрова, И.В. Количественная оценка конкуренции древостоя сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. и его влияния на рост вереска обыкновенного (*Calluna vulgaris* (L.) Hull.) / И.В. Петрова, Ю.Д. Мищикина, О.Е. Черепанова // Аграрный вестник Урала. - 2012. - №10 (102). - С. 41 – 43.

7. Мищикина, Ю.Д. Градиенты климата и экоареал *Calluna vulgaris* (L.) Hull в сосновых лесах Русской равнины и Западной Сибири / Ю.Д. Мищикина, И.В. Петрова, Д.С. Абдуллина // Известия Самарского научного центра РАН. - 2015. - Т. 17. - № 6. – С. 225 – 230.

В прочих изданиях:

8. Санникова, Н.С. Факторы конкуренции древостоя-эдификатора: анализ и синтез / Н.С. Санникова, Ю.Д. Мищикина, И.В. Петрова // Лесные биогеоценозы бореальной зоны: география, структура, функции, динамика: материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 70-летию создания Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН (г. Красноярск, 16 - 19 сентября 2014 г.). - Новосибирск: Издательство Сибирского Отделения Российской академии наук. – С. 248 – 251.

9. Petrova, I.V. A study of seed reproduction in common heather, *Calluna vulgaris* (L.) Hull / I.V. Petrova, Y.D. Mishchikhina, N.S. Sannikova // Third Conference in Memory of Prof. Alexey Skvortsov (Moscow, 11 March 2014) Skvortsovia. - 2014. - №1 (4). – P. 273.
<http://skvortsovia.uran.ru/2014/1401.pdf>

10. Cherepanova, O.E. Leaf morphology and anatomy in marginal populations of common heather, *Calluna vulgaris* (L.) Hull from West Siberia and Atlantic Europe / O.E. Cherepanova, I.V. Petrova, Y.D. Mishchikhina // Skvortsovia. - 2015. - №2 (1). – P. 35 – 44.
<http://skvortsovia.uran.ru/2015/2104.pdf>

11. Мищикина, Ю.Д. Изменчивость морфо-анатомических параметров листа вереска обыкновенного (*Calluna vulgaris* L. (Hull)) / Ю.Д. Мищикина, О.Е. Черепанова // Ботанические сады: от фундаментальных проблем до практических задач: материалы всероссийской молодежной научно-практической конференции (г. Екатеринбург, 7 - 10 октября 2014 г.). - Екатеринбург, 2014. - С. 64-66.

12. Мищикина, Ю.Д. Изменчивость морфо-анатомических параметров листа вереска обыкновенного (*Calluna vulgaris* L. (Hull)) / Ю.Д. Мищикина, О.Е. Черепанова // Перспективы развития и проблемы современной ботаники: материалы III (V) Всероссийской молодежной конференции с участием иностранных ученых (г. Новосибирск, 10-14 ноября 2014 г.). – Новосибирск: Издательство «Академиздат», 2014. - С. 107-108.

13. Мищикина, Ю.Д. Видовое разнообразие растительности на возвышенных, промежуточных и низинных элементах рельефа Мурманского берега / Ю.Д. Мищикина, О.Е. Черепанова, А.А. Чучалина // Репродуктивная биология, экология и география растений и сообществ Среднего Поволжья: материалы Всероссийской научно-практической конференции (г. Ульяновск, 27-29 ноября 2012 г.). - Ульяновск, 2012. - С. 120-124.

14. Санникова, Н.С. Особенности семенного возобновления *Calluna vulgaris* в среднетаежном сосняке-зеленомошнике / Н.С. Санникова, Ю.Д. Мищикина, О.Е. Черепанова // Теоретические и прикладные аспекты современной науки: Сборник научных трудов по материалам V Международной научно-практической конференции (г. Белгород, 30 ноября 2014 г.). – Белгород: Агентство перспективных научных исследований, 2014. - С. 143-147.

15. Мищикина, Ю.Д. Анализ зависимости проективного покрытия и роста *Calluna vulgaris* от структуры и функций древостоя-эдификатора *Pinus sylvestris* в Притоболье и на Русской равнине / Ю.Д. Мищикина, И.В. Петрова, Н.В. Дюбанова // Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы: материалы Всероссийской научной конференции с международным участием (г. Санкт-Петербург, 20-24 сентября 2011 г.). - Санкт-Петербург, 2011. - Т. 2. - С. 156-159.

16. Петрова, И.В. Структурно-функциональные связи *Calluna vulgaris* Hull. и древостоя-эдификатора *Pinus sylvestris* / И.В. Петрова, Ю.Д. Мищикина, Н.С. Санникова, Н.В. Дюбанова // Генетика, экология и география дендропопуляций и ценоэкосистем: Сборник научных трудов. - Екатеринбург: УрО РАН, 2010. - С. 93-98.

17. Санникова, Н.С. Распределение сосущих корней ели сибирской и сосны сибирской в фитогенном поле одиночного дерева / Н.С. Санникова, И.В. Петрова, Ю.Д. Мищикина, // Дендрология XXI века: Сборник материалов Международных научных чтений памяти Э.Л. Вольфа (1860-1931) (г. Санкт-Петербург, 6 - 7 октября 2010 г.). - Санкт-Петербург: Изд-во Политехнического университета, 2010. - С. 194-197.

18. Мищикина, Ю.Д. Сравнительный морфолого-анатомический анализ Восточносибирских популяций вереска обыкновенного *Calluna vulgaris* (L.) Hull. / Ю.Д. Мищикина, И.В. Петрова // Актуальные проблемы ботаники и экологии: материалы международной конференции (г. Ялта, 21 - 25 сентября 2010 г.). – Симферополь: ВД «АРИАЛ», 2010. - С. 255-256.

Подписано в печать 29.04.2016 г. Объём 1.0 авт. Заказ № _____. Тираж 100. 620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37. ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет». Отдел оперативной полиграфии.