

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Л.Г.Таршис

Г.И.Таршис

**ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

в области естественно-научного образования

ЕКАТЕРИНБУРГ

2007

ББК 28с

T19

Таршис Л.Г., Таршис Г.И. Основы исследовательской деятельности в области естественно-научного образования. Екатеринбург: Банк культурной информации, 2007. - 135 с.
ISBN 5-7851-0645-0

Учебное пособие «Основы исследовательской деятельности» предназначено для студентов педагогических ВУЗов – будущих бакалавров и магистров-экологов, обучающихся по направлению 540100 – «Естественнонаучное образование». При составлении пособия авторы учитывали требования действующих государственных стандартов в области содержания естественнонаучного образования по профилю «Экология», а также главнейшие проблемы экологии XXI века, в сочетании с практической направленностью подготовки будущих бакалавров и магистров к деятельности в области изучения и сохранения биоразнообразия. Пособие содержит разделы излагающие основные методы исследований биоразнообразия, которые предстоит использовать экологам в своей работе. Важное место в пособии отводится содержанию лабораторных работ и тематическим проектам, касающихся изучения отдельных компонентов биоразнообразия, четко определяемым в Конвенции по биологическому разнообразию (CBD – The Convention on Biological Diversity, 1992). В пособии приведены как традиционные методы инвентаризации биоразнообразия флоры, так и оригинальные методы сбора информации и анализа проявлений внутривидового разнообразия у растений в естественных экосистемах и в условиях культуры.

Учебное пособие может быть полезно не только студентам естественнонаучных специальностей, но и широкому кругу преподавателей естественнонаучных дисциплин, и специалистам дополнительного образования, работающим в учебно-методических центрах, в ботанических садах, в заповедниках и национальных парках.

Ответственный редактор

профессор, доктор биологических наук В.С. Безель

Рецензенты:

профессор, доктор педагогических наук Л.В. Моисеева

старший научный сотрудник, кандидат биологических наук Т.С. Чибрик

Рекомендовано Ученым Советом Географо-биологического факультета УрГПУ в качестве учебно-методического пособия для студентов, обучающихся по естественнонаучным специальностям.

Решение от 23 июня 2016 года, протокол № 8

Содержание

Предисловие	6
Глава 1. Важнейшие проблемы исследований в области сохранения биоразнообразия	11
Глава 2. Подготовка бакалавров и магистров к исследовательской деятельности в области изучения и сохранения биоразнообразия	20
2.1. Общие требования государственного образовательного стандарта по подготовке бакалавров и магистров-экологов к исследовательской деятельности	20
2.2. Основные методы исследований, используемые при изучении разнообразия растений	24
2.3. Элементарная статистическая обработка результатов исследований в области биоразнообразия	36
Глава 3. Растения как основные объекты исследовательской и образовательной деятельности в области сохранения биоразнообразия	41
Глава 4. Методические рекомендации к проведению и оформлению наблюдений, исследований и тематических проектов в области изучения и сохранения разнообразия растений.	52
4.1. Общие методические рекомендации к планированию исследовательских работ	52
4.2. Примеры исследовательских работ, выполняемых с целью изучения и сохранения биоразнообразия растений	55
4.3. Подготовка результатов исследований для публикации статьи и оформления выпускной квалификационной работы и магистерской диссертации	82
Список рекомендуемой литературы	87
Приложение № 1. Программа спецкурса: Учебно-исследовательская деятельность и тематические проекты в области сохранения биоразнообразия растений	88
Приложение № 2. К сведению авторов (правила подготовки рукописи статьи)	98

ПРЕДИСЛОВИЕ

Естественнонаучное образование как направление высшего профессионального образования на современном этапе представляет собой целостную систему, способную участвовать в решении острейших экологических проблем XXI века. Прежде всего, это сохранение биоразнообразия живых организмов, сосуществующих ныне на планете.

Последние десятилетия в мире были отмечены, во-первых, неуклонно возрастающими антропогенными нагрузками на окружающую среду и, во-вторых, растущим общественным осознанием зависимости дальнейшего существования человечества от сохранения биосферы и непереносимого его перехода к устойчивому развитию. основополагающие идеи и принципы перехода к устойчивому развитию цивилизации сформулированы в работах многих российских и зарубежных ученых. Самые первые из них, освещены в трудах В.И. Вернадского и К.Э. Циолковского, считавших, что будущее человечества тесно связано с преобразованием биосферы в ноосферу и с освоением космического пространства. Однако, на современном этапе эти идеи значительно трансформировались и перед обществом возникли чрезвычайно сложные задачи, связанные с сохранением биоты и окружающей среды с ней взаимодействующей. Российские ученые (В.Г. Горшков, В.И. Данилов-Данильян, К.Я. Кондратьев, К.С. Лосев, А.Д. Урсул, А.Л. Романович, и др.) отнесли к важнейшим условиям сохранения биоты и перехода цивилизации к устойчивому развитию обязательные изменения в характере взаимодействия общества и природы, состоящие в строжайшем соблюдении законов существования биосферы и в устранении преобразовательных акцентов из деятельности человека. Только при этих условиях может быть снижен антропогенный пресс на биосферу, сохранено биоразнообразие, осуществлена стабилизация окружающей среды и реализована стратегия устойчивого развития цивилизации.

Центральную роль в решении сложнейших экологических проблем современного мира, бесспорно, должно сыграть естественнонаучное образование. Неоднократно в 90-е годы XX века авторитетные международные организации принимали документы, подчеркивающие важность естественнонаучного образования в решении экологических проблем. Еще в 1991 году была сформулирована новая стратегия «Caring for the Earth» (IUCN/UNEP/WWF, 1991), в которой особо выделялась роль образования в изменении взглядов и практической деятельности людей с целью формирования у них новых жизненных принципов для сохранения устойчивости среды. Эти положения снова на весь мир прозвучали в июне 1992 года на Конференции ООН по окружающей среде и развитию, проходившей в Рио-де-Жанейро (Бразилия). В решениях этого Всемирного

форума отмечалось, что реализация нового принципа устойчивости жизни потребует, в первую очередь, существенных изменений во взглядах и в поведении людей, формируемых в процессе экологического образования учащихся и просвещения населения во всех странах мира. В Рио-де-Жанейро был подписан новый международный закон, так называемая «Конвенция о биологическом разнообразии» (Convention on Biological Diversity – CBD). К декабрю 1993 года 128 стран ратифицировали Конвенцию, тем самым, взяв на себя обязательства работать над исполнением всех статей закона. В 1997 году число стран подписавших Конвенцию достигло уже 162. Среди этих стран была и Россия. Фактически с 1992 года новая концепция биоразнообразия приобрела глобальное значение. Ее целью было сохранить биологическое разнообразие организмов на Земле, включая все растения, животных, грибы и микроорганизмы, населяющие биосферу. Согласно Конвенции под биологическим разнообразием понимается три его составляющие компонента: внутривидовое разнообразие, видовое разнообразие и разнообразие экосистем. Кроме сохранения биоразнообразия, среди задач Конвенции для стран-участниц устанавливались еще две: длительное использование на устойчивой основе всех трех компонентов биологического разнообразия, а также, равномерное или справедливое распределение выгод (доходов) от использования генетических ресурсов, включая гарантию доступа к ним, перенос технологий и наличие соответствующих фондов. Одной из особенностей Конвенции по биоразнообразию, отличающих ее от других международных законов было наличие статей 12 и 13, - имеющих прямое отношение к образованию в области биоразнообразия. Очень важно то, что в статье 12 напрямую связаны исследования и обучение в области экологии, систематики, биогеографии, ботанике и другим направлениям биологии. Статья 13 устанавливает для стран-участниц в качестве приоритетной следующую задачу: «осуществлять образование населения и развитие экологического просвещения, через разработку образовательных программ, способствующих усвоению учащимися понятия «биоразнообразие» и осознания ими необходимости сохранения биоразнообразия».

В 2002 году в Йоханнесбурге (ЮАР) состоялся Всемирный форум по устойчивому развитию (World Summit on Sustainable Development – WSSD). В документах Форума, наряду с 8 основными задачами, направленными на продвижение идей устойчивого развития, подчеркивалась огромная роль образования и приводилась рекомендация Генеральной Ассамблеи ООН объявить период с 2005 по 2015 гг. декадой «образования для устойчивого развития». Следует отметить, что еще в 1987 году в Докладе Международной Комиссии по Охране окружающей среды и развитию (МКОСР) было сформулировано определение устойчивого развития, понимаемого как «...развитие,

которое удовлетворяет потребностям сегодняшнего дня, не угрожая возможности будущих поколений удовлетворять их потребности в будущем». Это определение послужило основой Концепции «Образование для устойчивого развития», - широко используемой сегодня государственными и общественными организациями, а также средствами массовой информации в разных странах мира. Две авторитетные международные организации дали следующие определения этой концепции: «Образование для устойчивого развития – это динамичная концепция, которая открывает новый взгляд на образование, и направлена на то, чтобы дать возможность людям всех возрастов проявить ответственность за создание устойчивого будущего (ЮНЕСКО, 2004)», и «Образование для устойчивого развития стимулирует, вооружает и вовлекает человека и социальные группы в размышления о том, насколько правильно мы живем и работаем, а также принимаем обоснованные решения для создания путей к более устойчивому миру (Комиссия по образованию и коммуникациям Всемирного союза охраны природы - IUCN, 2004). Хотя ESD образование сегодня тесно связано с такими сферами, как естественнонаучное образование, здравоохранение, граждановедение, политология, культурология и т.п., его корни, прежде всего, уходят в экологическое образование.

В России, начиная с 70-х годов XX столетия постепенно формировалась система непрерывного экологического образования. Первоначально она складывалась как подготовка учащихся общеобразовательной школы и студентов ВУЗов в области охраны окружающей среды, но затем – как всеобщее непрерывное экологическое образование, целью которого стало формирование экологической культуры населения страны. Были разработаны методологические основы и создано программно-методическое обеспечение экологического обучения и воспитания учащихся. Этапными моментами в формировании концептуальных подходов к становлению и развитию экологического образования, сначала в СССР, а затем и в России стали конференции и научные семинары в Тбилиси, Красноярске, Москве, Перми, Чите, Нижнем Тагиле, Челябинске, Санкт-Петербурге. Свой вклад в разработку концепции экологического образования внесли: Н.Д. Андреева, А.А. Горелов, С.Н. Глазачев, В.Д. Горлачев, А.Н. Захлебный, И.Д. Зверев, Е.М. Кудрявцева, Б.Т. Лихачева, Н.М. Мамедова, Л.В. Моисеева, И.Н. Пономарева, И.Т. Суравегина, Л.П. Салеева, В.М. Сенкевич, Г.И. Таршис, Н.М. Чернова, В.А. Ясвин, и многие другие. В 90-е годы в стране был принят ряд нормативно-правовых документов, касающихся экологического образования. Важнейшим из них был XI раздел Закона РСФСР «Об охране окружающей природной среды» (1991) – «Экологическое воспитание, образование, научные исследования». Во исполнение этого закона в последующие годы

были приняты документы, способствующие улучшению экологического образования населения. Это Постановление правительства Р.Ф. № 1208 от 03.11.1994; программа «Экологическое образование населения России» (М., 1996); «Стратегия экологического образования в Российской Федерации» (1998). Однако из-за финансовых затруднений в стране, в те годы ни один из проектов экологизации образования, предлагаемых специалистами, не был поддержан Правительством РФ. Экологию как самостоятельную дисциплину даже изъяли из федеральной части базисного учебного плана и перестали преподавать в общеобразовательных школах. Это, во многом, затруднило реализацию системы непрерывного экологического образования учащихся и просвещения населения, как одного из приоритетных направлений работы по обеспечению экологической безопасности России, а также затормозило проведение важнейших мероприятий, планируемых в рамках Национальной и Глобальной Стратегий по сохранению биологического разнообразия. По-видимому, сегодня для того, чтобы оптимизировать ситуацию, сложившуюся на стыке XX и XXI веков в сфере экологического образования и просвещения населения России, необходимо определить приоритеты. К их числу, несомненно, относится качество подготовки и переподготовки педагогических кадров в области естественнонаучного образования для всех уровней общего, среднего, дополнительного и высшего профессионального образования. Кроме того, крайне важно обеспечить процесс подготовки педагогов новыми образовательными программами, учебниками и учебными пособиями, обеспечивающими глубокую теоретическую подготовку, сочетающуюся с практической направленностью в области изучения и сохранения биоразнообразия. В первую очередь, будущим педагогам предстоит на практике освоить методы исследования биоразнообразия растений и животных, и методы инвентаризации флоры и фауны; овладеть элементарными методами мониторинга окружающей среды; узнать приемы интродукции и реинтродукции видов растений, нуждающихся в охране; научиться многочисленным методам сохранения биоразнообразия живых организмов.

Как свидетельствует многолетний преподавательский опыт авторов данного учебного пособия, при подготовке бакалавров и магистров по направлению 540100 Естественнонаучное образование (профиль 540104 – экология), необходимо организовать личное участие студентов в исследовательском процессе. Учитывая сложность цели и важность задач, стоящих сегодня перед естественнонаучным образованием, в учебном процессе, возможно, использовать ряд разнообразных методических подходов. Наиболее результативным, по нашему мнению, является методический подход, рассчитанный на последовательное прохождение каждым студентом всех этапов научного поиска, -

начиная с формулирования темы, выбора объектов, составления перечня признаков и показателей, подлежащих измерениям или подсчетам, построения гипотезы, проведения наблюдений в природной среде или в лабораторных условиях. Безусловно, студент должен уметь вести дневник наблюдений, куда он будет заносить данные измерений и подсчетов. Его необходимо научить оценивать полученные результаты и составлять документальное сопровождение материалов исследований (фотографии, таблицы, схемы, графики, и т.п.). Еще один этап, это коллективное обсуждение материалов исследований на конференции, подготовка результатов для публикации и их публичная защита. Таков весь цикл учебно-исследовательских занятий, способствующих развитию у студентов исследовательских навыков и критического мышления, необходимого для осуществления объективной оценки информации, анализа получаемых результатов и четкой формулировки выводов. Он был апробирован авторами учебного пособия в процессе преподавания в УрГПУ дисциплины «Основы исследовательской деятельности в области естественнонаучного образования», входящей в федеральный компонент основной образовательной программы подготовки бакалавров и магистров по направлению 540100 Естественнонаучное образование и профилю 540104 – Экология.

Хотя государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования (М., 2000) предусмотрены очень высокие требования к уровню подготовки будущих бакалавров и магистров в сфере научно-исследовательской деятельности, однако, эта учебная дисциплина до настоящего времени не обеспечена учебно-методической литературой. Поэтому авторы сочли необходимым: обобщить накопленный опыт и отобрать материалы исследований, наиболее пригодные для формирования у студентов навыков планирования и выполнения самостоятельных научно-исследовательских работ. При подготовке учебного пособия авторы стремились сфокусировать внимание будущих бакалавров и магистров на тщательности в подготовке и проведении экспериментов и наблюдений, на взвешенности в оценке получаемой информации и на принятии обоснованных решений, а также на готовности к анализу результатов, и на умении выбирать из множества разнообразных методов исследований наиболее подходящие для решения конкретных задач. В связи с этим авторы сочли необходимым включить в учебное пособие те материалы, которые позволили бы бакалаврам и магистрам лучше подготовиться к научно-исследовательской и педагогической деятельности в сфере естественнонаучного образования и в области изучения и сохранения биоразнообразия.

ГЛАВА 1. ВАЖНЕЙШИЕ ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

В настоящий период сохранение биоразнообразия живых существ, населяющих нашу планету, является одной из важнейших проблем, стоящих перед человечеством. Естественно, эта сложная комплексная проблема нуждается в глубоком анализе ее основных аспектов.

Чаще понятие «биоразнообразия» в науке и естественнонаучном образовании используют при характеристике множества видов животных, растений, грибов и микроорганизмов, сосуществующих ныне на Земле и населяющих все среды жизни: водную, наземно-воздушную, почвенную и организменную. Согласно представлениям зарубежных и российских ученых-биологов биоразнообразие живых существ – это результат очень длительного процесса эволюции. Ключом к его пониманию служат данные палеонтологической летописи. Они свидетельствуют о том, что в течение всей истории Земли на ней появлялись, переживали время своего расцвета и вымирали многие виды живых существ. Если учесть, что возраст планеты составляет примерно 4,5 млрд. лет, а продолжительность существования биосферы насчитывает 3,85 млрд., то становится понятным утверждение палеонтологов, считающих, что количество видов живых организмов, ныне населяющих Землю, составляет только тысячную долю от общего числа видов, обитавших на планете за весь прошедший период со времени возникновения жизни. Но и сегодня, грандиозны масштабы биоразнообразия живых существ. Они составляют несколько миллионов видов организмов, входящих в состав четырех царств: царства Бактерий (*Bacteria*, *Bacteriobionta*); царства Растений (*Plantae*, *Phitobiota*, *Vegetabilia*); царства Животных (*Animalia*, *Zoobionta*) и царства Грибов (*Fungi*, *Micobionta*, *Mycota*).* *(В ряде учебников зарубежных авторов, например, в книге «Введение в биологию» Памелы Кемп и Карена Армса (1988), выделяется пять царств: Бактерий или Монер; Протистов; Растений; Животных и Грибов. Некоторые авторы, в частности Б.М. Медников (1994) считают возможным объединять в отдельное царство (*Vira*) все виды вирусов; другие, например С.И. Колесников (2004) приводит 2 классификации царств, в одной из которых фигурирует царство Архебактерии и царство Прокариотические водоросли, а во второй царство Дробянки, которое включает в себя три подцарства: Бактерии, Архебактерии и Цианобактерии). Отечественные и зарубежные биологи полагают, что сегодня на планете обитает свыше одного миллиона видов животных; около половины миллиона видов растений; более 70 тысяч видов грибов и лишайников и около 12 миллионов видов бактерий и цианобактерий (Медников, 1994; и др.). Общеизвестно,

что видовое разнообразие – это важнейший показатель состояния биосферы и составляющих ее экосистем. Поэтому в настоящее время биологи и экологи во всех странах мира путем регулярного проведения инвентаризации видового разнообразия флоры и фауны пытаются осуществлять контроль и принимать действенные меры по сохранения биоразнообразия растительного и животного мира отдельных территорий, регионов, стран, континентов и всей планеты в целом. Естественно, чтобы осуществлять в планетарных масштабах эффективный мониторинг видового разнообразия представителей биоты необходимо иметь глубокие познания в области биологических особенностей видов живых существ и их таксономической принадлежности. На протяжении многих столетий, начиная с III века до нашей эры, т.е. со времен Аристотеля и Теофраста естествоиспытатели пытались изучить и описать как можно больше представителей живой природы, а также определить и классифицировать различные живые организмы, установив для них строгую соподчиненность в системе, с четкой иерархией, базирующейся сначала на выявленном сходстве организмов друг с другом, а позднее на установленном родстве. В наши дни мы продолжаем пользоваться системой живой природы или классификацией живых организмов, созданной еще в XVIII в. шведским ученым Карлом Линнеем. Более чем 250-летняя практика ее использования доказала, что сходство в строении организмов свидетельствует о наличии между ними родственных связей. В этой классификации живых существ наименьшей систематической единицей или категорией служит вид. Сходные виды объединяются в род; роды в семейство; семейства – в отряды или порядки; отряды в классы; классы в отделы или типы; а отделы – в царство. Следует подчеркнуть, что еще во времена К. Линнея наивысшая систематическая категория в классификации отводилась царству. Сегодня используется еще одна – высочайшая систематическая категория, именуемая подцарством. Чтобы были понятны основные принципы системы классификации живых организмов, которой и ныне пользуются в большинстве случаев биологи, приведем в качестве примера положение в системе одного из представителей царства Растения – Рудбекии опушенной.

Царство	Растения	Plantae
Отдел	Покрытосеменные	Magnoliophyta
Класс	Двудольные	Dicotyledones
Порядок	Астровые	Asterales
Семейство	Сложноцветные (Астровые)	Compositae (Asteraceae)
Род	Рудбекия	Rudbeckia
Вид	опушенная	hirta

Называя любой вид, мы и сегодня придерживаемся принципов, введенных Карлом Линнеем. А именно тех, что каждый вид животного, гриба, микроорганизма или растения называют двумя словами: существительным – названием рода и прилагательным – названием вида, и обязательно на латинском языке. Этот принцип получил название бинарной номенклатуры. Он стал языком общения ученых во всем мире. Исследователь, впервые определивший и описавший вид, считается автором этого вида, и его фамилия в сокращенном варианте приводится после названия вида, - причем подобное написание вида с последующей фамилией его автора обязательно для научных работ, но совсем не обязательно для учебников и учебно-методических пособий.

Многие латинские названия сообщают исследователям сведения о характерных морфологических признаках вида, например «hirta» означает «опушенная», а родовое название «Rudbeckia» (Рудбекия, фото 1), дано растению в память о известном в XVIII веке шведском ботанике Олафе Рудбеке. Так бывает и в наши дни, - в случае обнаружения в природе новых видов, поскольку работа по инвентаризации и описанию новых видов организмов продолжается и сегодня во всех странах мира. Как подчеркивают Памела Кемп и Карен Армс (1988), к настоящему времени открыто и описано всего лишь около 15% видов живых существ от всего их количества, населяющего Землю (главным образом это крупные представители существующей ныне флоры и фауны). Конечно работа по инвентаризации и классификации видового разнообразия живых существ планеты, являющихся одним из компонентов биоразнообразия, будет продолжаться и в дальнейших исследованиях систематиков, поскольку эти изыскания крайне необходимы для понимания современного состояния и перспектив сохранения видового разнообразия, для разработки региональной и глобальной стратегий по сохранению видов, а также для устойчивого использования «полезных» видов без сокращения биоразнообразия. Однако, исследователям на этом пути предстоит встретить и преодолеть множество препятствий. Среди них, одним из самых серьезных является установление четких представлений о внутривидовом разнообразии или внутривидовой изменчивости особей, образующих один вид.

С древнейших времен и до наших дней натуралисты, естествоиспытатели и ученые биологи сталкивались с разнообразными проявлениями изменчивости животных и растений. Еще великий древнегреческий ботаник и философ Теофраст (371-286 гг. до н.э.) писал в своих книгах («Причины растений» и «Исследования о растениях») об изменчивости листьев, ветвей и плодов у растений, происходящей под влиянием внешних условий в природе, а также в условиях культуры. Конечно, ни античные философы и натуралисты, ни естествоиспытатели, в период Средневековья и позднее вплоть до

середины XIX века не могли понять и правильно объяснить закономерности такого сложного явления, как внутривидовая изменчивость. Ведь даже само определение вида впервые в науке было дано только в XVIII веке Джоном Рэем (1628-1705 гг.) Джон Рэй подчеркивал, что вид – это группа морфологически тождественных организмов, совместно размножающихся и дающих потомство, сохраняющих это сходство (по Комарову В.Л., 1945, с. 137). Джон Рэй, как и продолжатель его учения о виде Карл Линней (1707-1778 гг.) считали, что видовая структура свойственна всем живым существам. Однако, если по Рэю вид постоянен, то Линней уже не был абсолютно уверен в неизменяемости вида, так как наблюдал в природе много разновидностей, возникающих как «уклонение от нормы» и являющихся, по его мнению, результатом прямого влияния среды (приведено по Боброву Е.Г., 1957, с. 97).

Значительный переход от представлений о неизменяемости видов к убеждениям в их неустойчивости и изменяемости произошел во взглядах выдающегося французского биолога Жана Батиста Ламарка (1744-1829)(приведено по Уранову А.А., 1979, с. 84). Эти взгляды получили развитие в трудах представителей знаменитой ботанической династии: Огюстена Пирама Декандоля (1778-1841); Альфонса Декандоля (1806-1893) и Казимира Пирама Декандоля (1836-1916). Ими были проведены тщательные морфологические описания всех видов растений, известных в XIX веке, что значительно помогло изучению у них проявлений внутривидовой изменчивости. Смене догмата о постоянстве видов живых существ на представления об их изменчивости во многом способствовали работы селекционеров, дендрологов, плодоводов, и других специалистов, отмечавших как в природе, так и в условиях культуры значительное варьирование органов и признаков у растений, относящихся к одному виду. Огромное влияние на развитие идей об изменчивости и разнообразии видов у растений и животных оказало учение Иоганна Вольфганга Гёте (1749-1832) о метаморфозах. Великий немецкий философ, естествоиспытатель и поэт И.В. Гёте был убежден в том, что современные виды живых существ произошли от ископаемых. Он считал, что растения «одарены подвижностью и гибкостью, что дает им возможность приспособляться к различным условиям на Земле» (приведено по Канаеву И.И., 1964, с.109).

Дальнейшее развитие идей об изменчивости видов растений и животных связано с трудами Чарльза Дарвина. Фактически, именно Ч. Дарвин, наиболее четко сформулировал и обосновал важнейшую концепцию в биологии – концепцию эволюции. Согласно этой концепции современные организмы произошли от более древних существ, унаследовав от них часть признаков, но претерпев на протяжении длительного времени множество изменений. Чарльз Дарвин на многочисленных примерах живых организмов убедительно

показал, что изменчивость индивидуумов, относящихся к одному виду это универсальное явление. Фактически, как доказал Ч. Дарвин, индивидуальные различия затрагивают все органы и признаки особей, принадлежащих к одному виду. В обобщенной форме Ч. Дарвин изложил эволюционную теорию в книге «Происхождение видов путем естественного отбора . . .», вышедшей в свет впервые в 1859 году, а затем многократно переиздававшейся в различных издательствах многих стран мира. Особое внимание в своей книге Ч. Дарвин уделил индивидуальной изменчивости, «наблюдаемой у особей одного и того же вида, обитающих в одной и той же ограниченной местности», потому, что индивидуальная изменчивость, по убеждению Ч. Дарвина «доставляет естественному отбору материал для воздействия и накопления, подобно тому как человек, накапливает у своих домашних животных и культурных растений индивидуальные отличия в каком угодно направлении» (Дарвин, 1987, с.42). Благодаря созданию теории эволюции в XIX веке стал возможным эволюционный подход к объяснению биоразнообразия живых организмов, опровергавший представления о неизменяемости видов, господствовавшие до этого на протяжении многих столетий. В дальнейшем биологические исследования привели к созданию синтетической теории эволюции и ряда других теорий и гипотез, с их позиций объяснявших как биоразнообразие живых существ, так и различные проявления внутривидовой изменчивости.

Особенно часто с разнообразием особей, составляющих биологический вид, сталкивались в природе лесники и дендрологи. Немецкие дендрологи свои наблюдения за многочисленными вариациями морфологических признаков деревьев в лесу, выразили в следующем афоризме: «каждая ель имеет свое лицо», - т.е. внутри вида каждая особь может иметь кроме общих, еще и индивидуальные особенности.

Лишь в XX веке сложились современные представления о виде как о сложной генетической системе, имеющей единый генофонд и защищенной барьерами биологической изоляции от проникновения генов других видов. Сегодня в наиболее полном определении вида эту основную систематическую категорию называют совокупностью популяций особей, обладающих общей историей своего происхождения, рядом одинаковых структурных признаков, сходным поведением, образом жизни, типом взаимоотношений с абиотической и биотической средой, способных ограждать свою видовую специфичность благодаря барьеру нескрещиваемости с особями других видов и, напротив, способных к скрещиванию друг с другом с образованием плодового потомства. Все положения этого длинного определения вида установлены и многократно подтверждены результатами исследований очень многих отечественных и зарубежных ученых – биологов. Наибольший вклад в развитие современных представлений о виде, о

микроэволюционных процессах в популяциях, об изменчивости и наследственности организмов, внесли такие выдающиеся естествоиспытатели, как Г. Мендель, А. Вейсман, С.И. Коржинский, Х. Де Фриз, Н.И. Вавилов, Т. Морган, С.С. Четвериков, Ф.Г. Добжанский, Э. Майр, С.С. Шварц, Н.В. Тимофеев-Ресовский, и многие другие исследователи.

Колоссальный фактический материал, касающийся проявлений внутривидовой изменчивости у растений и животных, собирался ботаниками и зоологами в течение всего XX века. Математическая обработка этого материала позволила детально проанализировать закономерности проявлений внутривидовой изменчивости живых организмов, оценить диапазон варьирования отдельных признаков и выявить зависимость уровня их изменчивости от характера воздействия различных факторов среды. Следует отметить, что на стыке XX и XXI веков, несмотря на значительные успехи в области молекулярной систематики (геносистематики), исследователи для изучения внутривидовой изменчивости вновь стали использовать традиционные методы морфологии в сочетании с новыми подходами к изучению гомологичных фенотипов, выделяемых в структуре генеративных и вегетативных органов у растений (Таршис Л.Г., 2005; и др.), а также признаков скелета у млекопитающих (Васильева И.А., 2006). Но даже внимательный визуальный обзор внешнего облика особей одного вида, без использования современных измерительных приборов позволял исследователям находить в природе многочисленные примеры внутривидового разнообразия растений и животных. Было доказано, что наличие в популяции разнообразных по признакам особей обеспечивает части из них лучшее приспособление к новым условиям среды, большие шансы и возможности оставить свое потомство, передав ему по наследству свои признаки (гены). Именно поэтому, было признано, что внутривидовое разнообразие служит основой эволюционного процесса и является одним из трех компонентов биоразнообразия живых организмов. В лабораторном практикуме по основам исследовательской деятельности, приводимом ниже, мы проиллюстрируем на ряде примеров внутривидовое разнообразие растений.

Кроме видового и внутривидового разнообразия в тексте «Конвенции . . .» (The Convention on Biological Diversity, 1992) выделяется еще один – третий компонент биоразнообразия, также нуждающийся в тщательном исследовании, сохранении и разумном использовании. Как известно, на земле существует множество природных экосистем, различных по масштабам, составу живых организмов и среде их обитания. Но прежде чем останавливаться на характеристике отдельных экосистем, а также на причинах возможного уменьшения их разнообразия на планете, необходимо дать

определение экосистеме, выбрав его из множества определений, приводимых в отечественной и зарубежной литературе, за последние десятилетия XX века. В одном из лучших учебников по экологии и охране окружающей среды известного американского автора Бернарда Небела (1993) экосистема определяется как «совокупность различных видов растений и животных, микробов и грибов, взаимодействующих друг с другом и с окружающей их средой таким образом, что вся эта совокупность может сохраняться неопределенно долгое время». Более сжатым, но емким, по нашему мнению, является определение, сформулированное отечественными авторами Б.М. Миркиным, Г.С. Розенбергом и Л.Г. Наумовой (1989), приводимое в словаре понятий и терминов современной фитоценологии. Согласно данному определению, «экосистема, - это функциональная система, включающая в себя сообщество живых организмов и их среду обитания». Впервые термин «экосистема» (от греч. «oikos» – дом, место и система) был введен в науку английским геоботаником и экологом А. Тенсли в 1935 году. Следует подчеркнуть, что при характеристике любой экосистемы учитывается специфика среды обитания, и отмечаются все виды живых организмов: растений, животных, грибов и микроорганизмов, - входящих в ее состав, взаимодействующих между собой и влияющих друг на друга. Для удобства исследований экосистему любых масштабов, будь то небольшое озеро или океан, - принято рассматривать как изолированную единицу, хотя в пределах Земли, между всеми экосистемами, безусловно, существуют постоянные контакты.

На нашей планете выделяется множество разнообразных природных экосистем. Среди них наземные, пресноводные и морские экосистемы. Нет смысла приводить даже краткое их описание, поскольку в известных учебниках по экологии, как в отечественных, так и в зарубежных, детально рассматриваются основные компоненты экосистем; демонстрируются пищевые сети, показывающие потоки энергии и элементов питания от одних к другим организмам в экосистемах; анализируются процессы развития экосистем, именуемые в литературе экологическими сукцессиями. На все вопросы, касающиеся детальной характеристики основных типов природных экосистем Земли можно найти ответы в учебниках по экологии и биологии Ю. Одума (1986); П. Кемп и К. Армса (1988); Б. Небела (1993); М. Бигона, Дж. Харпера и К. Таунсенда (1989); Н.М. Черновой и А.М. Быловой (2004) и др. Здесь следует лишь подчеркнуть, что все природные экосистемы (биомы) независимо от размеров и территории занимаемой ими, характеризуются следующими признаками:

1. открытостью системы;
2. пространственной и временной структурой;

3. характерными связями между элементами экосистемы через пищевые цепи и вовлеченными в круговорот веществами и энергией;
4. способностью к саморегуляции и к относительной стабильности;
5. последовательностью развития.

Среди основных наземных природных экосистем обычно выделяют следующие семь: арктическая тундра; хвойный лес (тайга); листопадный лес умеренной зоны; степь; пустыню; тропический дождевой лес; горную тундру. Водные экосистемы, как правило, подразделяют на пресноводные и морские экосистемы, выделяя в каждой из них более мелкие группы и подгруппы. Например, озера и реки, родники и ручьи, болота – это элементы пресноводных экосистем; а лиманы, бухты, коралловые рифы, шельф, глубоководные рифтовые зоны, открытый океан – это морские экосистемы. Несомненно, что любая из природных экосистем на Земле, кроме общих характеристик, обладает еще целым комплексом специфических признаков, нуждающихся в доскональном исследовании. Разнообразие экосистем представляет уникальную особенность природы, и нуждается в непереносимом сохранении. Это одно из основных условий стабильности биосферы и дальнейшего продолжения развития живых организмов. Конечно, на планете кроме природных экосистем, существуют различные искусственные экосистемы. Среди них: сады, лесопосадки, поля, пруды, различные культурфитоценозы, создаваемые на техногенных площадях (отвалах, терриконах и т.д.). Однако все они отличаются от природных экосистем прежде всего малым видовым разнообразием; неполным круговоротом веществ; отсутствием саморегуляции и т.п. В связи с этим искусственные экосистемы не могут восполнять потери от утраты всех компонентов биоразнообразия, априори присутствующие в естественных экосистемах Земли, в том числе и в глобальной экосистеме – биосфере (от греч. «bios» – жизнь и «sphaîra» - шар).

В биологию понятие «биосфера» впервые было введено Ж.Б. Ламарком в начале XIX века. В 1875 году термин «биосфера» начал использоваться австрийским геологом Э. Зюссом, хотя стройное учение о биосфере было разработано лишь в 20-е годы XX века академиком В.И. Вернадским. Он рассматривал биосферу как «область жизни», или оболочку Земли, в формировании которой основную роль играли и играют живые организмы. В состав биосферы, согласно представлениям В.И. Вернадского входят все живые организмы или так называемое «живое вещество»; минеральные вещества, включаемые организмами в биогенный круговорот; продукты жизнедеятельности организмов, временно не участвующие в биогенном круговороте. В настоящее время под биосферой понимают все живые существа или биоту, и постоянно взаимодействующую с ней среду обитания или природную среду планеты. Биосфера охватывает часть атмосферы

до высоты 22-25 км; гидросферу, до глубины 11 км; и поверхностную часть литосферы, на глубину до 2 км. Следовательно, по высоте «сфера жизни» достигает всего около 40 км, но ее сохранение – это основополагающее условие дальнейшего существования человечества.

Российские и зарубежные ученые в последние десятилетия убедительно показали, что под воздействием техногенной деятельности человечества в конце XX и начале XXI веков, на планете происходит катастрофическое сокращение биоразнообразия на видовом, внутривидовом и экосистемном уровнях. Все острее становится грозящая цивилизации угроза разрушения биосферы и ее отдельных экосистем. Данная ситуация обусловила разработку в разных странах мира глобальной, национальных и региональных стратегий по сохранению биоразнообразия живых организмов и перехода цивилизации к так называемому устойчивому развитию. Однако пока принимаемые меры защиты биосферы от разрушения явно недостаточны. Сравнительно недавно, еще в 50 - 80-е годы XX века считалось, что уменьшение загрязнения окружающей среды и переход промышленного и сельскохозяйственного производства на ресурсосберегающие и эколого-безопасные технологии обеспечат сокращение негативного антропогенного воздействия на природу. Но оказалось, что в настоящее время скорость сокращения биоразнообразия чрезвычайно велика. Она значительно превысила скорость вымирания видов животных и растений, чем это происходило в прошлом. Так, палеонтологи за весь период существования живых организмов, т.е. за 3,85 млрд. лет выделили всего лишь 5 случаев массового вымирания видов, и всегда это явление было следствием какой-либо естественной катастрофы. Например, гибель динозавров, произошла в результате столкновения с Землей крупного метеорита около 65 млн. лет назад и вследствие этого резкого изменения климата на планете. Сегодня массовое вымирание видов живых организмов происходит из-за недальновидной деятельности людей. Именно она приводит к утрате биоразнообразия на всех его уровнях. Поэтому проведение исследований в области сохранения биоразнообразия, может рассматриваться как основной путь для дальнейшего устойчивого развития цивилизации.

ГЛАВА 2. ПОДГОТОВКА БАКАЛАВРОВ И МАГИСТРОВ К ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБЛАСТИ ИЗУЧЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ.

2.1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ПО ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ И МАГИСТРОВ-ЭКОЛОГОВ К ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.

Важное место в образовательных программах подготовки бакалавров и магистров естественнонаучного образования отводится вопросам развития у них исследовательских навыков. В наши дни преподаватели высшей школы, и особенно, высшей педагогической школы, стремятся сформировать у студентов критическое мышление и способность к взвешенной оценке информации, позволяющей глубже анализировать возможные последствия своей практической деятельности и более целенаправленно проводить научные изыскания. Решать эти сложные задачи при подготовке бакалавров и магистров-экологов в педагогических ВУЗах предстоит, в первую очередь, преподавателям такой учебной дисциплины, как «Основы исследовательской деятельности в области естественнонаучного образования» (ОИД), включенной в федеральный компонент образовательной программы. Однако реализация всех сложных задач, стоящих перед данным учебным курсом, осложняется рядом серьезных трудностей. Во-первых, в ВУЗах очень часто не хватает современного лабораторного оборудования, а во вторых – времени для проведения серьезных экспериментов и полевых исследований. Так, например, в основной образовательной программе подготовки бакалавра на изучение данной дисциплины выделяется всего 100 часов. Безусловно, для того, чтобы за столь короткое время успешно реализовать все требования профессиональной подготовки выпускников, получающих степень бакалавра, а затем и магистра по профилю «Экология» необходим очень строгий тематический подход к содержанию и организации учебного процесса по дисциплине «ОИД». Только в рамках тематического подхода удастся сочетать глубокую теоретическую подготовку с практической направленностью учебной дисциплины, позволяющей сфокусировать внимание будущих бакалавров и магистров на актуальных научных проблемах и ведущих концепциях XXI века. В настоящий период внимание общества приковано, как известно, к проблемам сохранения биоразнообразия живых организмов, обитающих на Земле. Главенствующей концепцией XXI века фактически уже стала концепция биоразнообразия. По нашему мнению, в содержании такой дисциплины как «ОИД», должны быть представлены современные данные науки по биоразнообразию

живых организмов; а также, отражены основные методы изучения и сохранения биоразнообразия представителей отдельных царств живой природы; методы инвентаризации флоры и фауны; методы мониторинга окружающей среды, и некоторые другие, без которых, сегодня, невозможно решать сложнейшие задачи сохранения биоразнообразия животного и растительного мира.

На протяжении длительной истории развития биологии, - естественной науки, изучающей живые организмы, усилиями очень многих натуралистов, естествоиспытателей и ученых стран Европы, Азии и Америки, - был разработан целый арсенал методов. Он столь обширен, что ни в одном учебном пособии, даже в краткой форме, не возможно охарактеризовать всю совокупность методов. Видимо целесообразно, из этого множества выделить только те, которые используются при решении самых актуальных и наиболее острых проблем стоящих перед человечеством в современном мире. К числу таковых сегодня относится проблема изучения и сохранения разнообразия растений и растительных сообществ, поскольку они играют ключевую роль в поддержании экологического баланса планеты, - выделяя в атмосферу Земли свободный кислород и являясь основными производителями пищи для всех остальных живых организмов – гетеротрофов. Данная проблема принадлежит, без сомнения, к числу наиболее значимых, в современном мире. Она чрезвычайно сложная и многоаспектная, и решается с помощью методов исследований биологических наук, и в первую очередь таких, как ботаника и экология. Прежде чем охарактеризовать основные методы, используемые при изучении и сохранении разнообразия растений, необходимо отметить, что в настоящий период ботаника – это целый комплекс наук о растениях.

Первоначальные знания о растениях возникли задолго до нашей эры, когда жизнь людей во многом зависела от познания полезных свойств дикорастущих растений: возможности использовать их в пищу; в качестве лечебных средств; для изготовления одежды и орудий труда; для устройства жилища и прочее. Очень важно было отличать съедобные растения от ядовитых. В IУ веке до нашей эры, благодаря в основном, трудам древнегреческого естествоиспытателя Теофраста произошло становление ботаники, как науки. Сначала она была чисто описательной наукой, использовавшей лишь один морфологический метод. Позднее, по мере исторического развития ботаники, появления необходимой приборной базы, обогащения новыми методами, - возникали новые направления в науке, которые впоследствии становились самостоятельными науками со своими предметами, задачами и методами. Так, например, морфология растений – наука о внешнем строении и формообразовании (греч. *morphe* – форма, *logos* - учение); анатомия – наука о внутреннем строении (греч. *anatome* - резать); цитология – наука о структуре и

жизнедеятельности клеток (греч. cytos - клетка); гистология – наука о тканях (греч. histos - ткань); палеоботаника – наука об ископаемых растениях (греч. palaeo - древний); фитоценология – наука о растительных сообществах (греч. phyton - растение, koinos - общий); экология растений – наука, изучающая взаимоотношения растений с живыми организмами и со средой их обитания (oikos – дом, жилище). Ряд разделов современной ботаники посвящен изучению отдельных вегетативных или генеративных органов растений. Например, карпология (греч. karpos – плод) занимается изучением особенностей строения, формы, функций и морфогенеза плодов и семян; палинология (греч. paline – пыль) изучает пыльцу и споры растений; ризология (греч. rhiza – корень) – наука о структурном разнообразии и жизнедеятельности корней и корневых систем высших сосудистых споровых и семенных растений. Даже этот, далеко не полный перечень наук свидетельствует о том, что ботаника в настоящий период представляет обширный комплекс разнообразных наук о растениях.

В XX –XXI веках в ботанике активно происходили два процесса: дифференциации или вычленения самостоятельных разделов, трансформировавшихся в новые научные направления и обратный процесс – синтеза, или интеграции отдельных разделов ботаники, и последующего становления на такой комплексной основе синтетических наук. Так, например, в XX веке сформировались биосистематика (Тахтаджян, 1970) и биоморфология (Серебрякова, 1980). К концу XX века биоморфологию – учение о жизненных формах или биоморфах растений, признали самостоятельной наукой, возникшей на стыке морфологии, экологии растений, систематики, биологии развития и эволюционного учения (Юрцев, 1976; Хохряков, 1981; Жмылев, Алексеев и др., 2002). В начале XXI века в ботанике тенденции возникновения на стыке существующих наук новых научных направлений заметно усилились. Так, одним из активно развивающихся научных направлений в настоящее время является популяционная морфология растений (Жукова, 2004). С позиций этой науки, сегодня проводят детальные исследования внутривидового разнообразия растений в естественных местообитаниях и в условиях культуры. Популяционная морфология изучает разнообразие индивидуумов и их отдельных органов и систем (побеговых и корневых) в пределах как одной, так и разных популяций вида, – именуя эти проявления внутривидовой изменчивости «поливариантностью». Фактически популяционная морфология растений охватывает своими исследованиями два уровня, на которых очень важно анализировать проявления внутривидового разнообразия растений: организменный и популяционный. Подробное объединение различных разделов классической ботаники и экологии растений значительно расширяет возможности новых научных направлений, ориентированных на

изучение наиболее актуальных проблем, в частности проблемы сохранения разнообразия растений.

На стыке наук постоянной возникают как новые задачи, так и появляются новые возможности их решения, благодаря использованию как традиционных, так и новейших методов исследований и технологий, разработанных для анализа структурно-функциональных особенностей биосистем (Нолтинг, 2005).

В курсе «Основы исследовательской деятельности» мы не считаем необходимым обучать бакалавров и магистров-экологов всему многообразию новейших методов исследования биосистем. Это нецелесообразно. Можно ограничиться знакомством с наиболее яркими методами и примерами научных достижений, полученных после их применения. Важнее, по нашему мнению, подготовить студентов к последовательному рассмотрению поставленных перед ними проблемы и ряда конкретных задач, помочь правильно наметить план действия по их решению. Также нужно вооружить молодых ученых наиболее эффективными и доступными методами исследования внутривидового, таксономического и экосистемного разнообразия. Кроме того, необходимо на конкретных примерах показать, как можно при необходимости модифицировать сложные методы исследования с учетом имеющегося оборудования.

Любое научное исследование в области изучения разнообразия растений необходимо начинать с наблюдений, проводимых в природе. В связи с этим перед преподавателем курса «ОИД» встает первоочередная задача показать студентам на учебных экскурсиях, как правильно проводить наблюдения за выбранными объектами; как осуществлять сбор фактических данных; как правильно их записывать в дневнике наблюдений, сопровождая фотографиями, зарисовками или виртуальными изображениями, сделанными при помощи компьютерной техники. Практика показывает, что студенты педвузов, обычно не владеют элементарными навыками исследования, и поэтому развивать их приходится непосредственно в процессе работы. Важным моментом исследовательской деятельности является выбор объектов и места проведения наблюдений. Сделать правильный выбор, - обязанность преподавателя. От него же зависит и выбор наиболее эффективных методических подходов к организации учебно-исследовательской деятельности студентов. Нами, в УрГПУ был выбран и апробирован подход, который предполагает проводить процесс обучения студентов на основе их личного участия в научных исследованиях. Как известно современные исследования по изучению биоразнообразия проводятся на трех уровнях: внутривидовом или популяционном, видовом или таксономическом, и экосистемном или ценоотическом. По сути, это не только уровни, но и направления исследовательских работ. В каждом из них, первостепенное значение имеет

правильная организация процесса исследований, включающая выделение ряда последовательных этапов или шагов. Исследования, организованные по принципу пошаговой деятельности являются оптимальными при совместной работе студентов и преподавателя над решением конкретных задач. Обычно, на начальном этапе группа студентов коллективно обсуждает тему и проблемы исследования, предлагаемые преподавателем. Затем студентам дается возможность, используя научную литературу, а также электронные средства обучения, осуществить поиск информации по выбранной теме. Только после этого обсуждается конкретный план исследований, который, как правило, начинается с индивидуальных наблюдений, проводимых в течение определенного времени, с учетом сезона года и удаленности территории, выделенной для наблюдений. Затем преподаватель рекомендует каждому студенту руководствоваться проверенным индивидуальным планом действий, включающим перечень наблюдений за объектами исследований; проведение измерений отдельных признаков и органов растений; занесение цифровых данных в таблицы; изготовление фотографий и рисунков. Проведение анализа материалов исследований и подведение итогов работы интереснее проводить в группе в форме конференции или семинара. Ниже, в главе 4, приведены примеры выполнения индивидуальных исследований и групповых тематических проектов. В данной главе мы считали целесообразным остановиться на краткой характеристике ряда традиционных методов исследований наиболее часто используемых в современных работах, посвященных изучению разнообразия растений. Кроме того, мы считали необходимым ограничить количество рекомендуемых для исследования объектов только дикорастущими видами растений, не относящихся к категории редких и интенсивно истребляемых видов.

2.2. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ РАЗНООБРАЗИЯ РАСТЕНИЙ.

При характеристике методов исследований считаем необходимым называть имена их авторов, впервые осуществивших данные исследования. Иначе может сложиться искаженное представление об истории открытий, и фактически о приоритете того или иного ученого.

Самым первым, по времени своего возникновения в ботанической науке, является *морфологический метод* исследований. Он стал широко использоваться натуралистами уже в Древней Греции и Древнем Риме. Великие ученые античного мира: Аристотель (384-322 до н.э.), Теофраст (371-286 до н.э.), Плиний Старший (23-79 н.э.) и другие философы, умели различать по внешнему виду растения и животных, составлять их

подробные описания и классифицировать живые организмы на основе морфологических признаков отдельных органов и даже их фрагментов. Морфологический метод использовался медиками и натуралистами в странах Европы и Передней Азии на протяжении более чем тысячелетнего периода. Этот метод применялся в трудах крупнейшего ученого эпохи позднего Средневековья Альберта Великого (1193-1280), содержащих детальные описания внешнего строения растений. Быстрое увеличение фактических знаний о разнообразии растений и животных произошло в странах Европы в период с конца XV и начала XVI веков, т.е. в канун эпохи Возрождения. Оно было связано с потоками новых видов, буквально устремившимися в страны Европы из вновь открытого Нового Света и ранее недоступных районов Африки, Южной, Центральной и Восточной Азии. Существенную роль в дальнейшем развитии морфологического метода и в его использовании при изучении биоразнообразия растений сыграли ботанические сады и создаваемые на их базе коллекции живых переселенцев и видов местной флоры. Фактически с начала эпохи Возрождения в странах Европы (Италии, Германии, Франции, Голландии, Англии и в России) стали создаваться и расцветать ботанические сады, как богатейшие хранилища живых коллекций растений, привезенных из разных стран мира. Первыми среди ботанических садов были сады в Италии - Салерно (1309 г.), Венеции (1333 г.), Падуе (1526 г.); в Германии - Лейпциге (1580 г.), Гейдельберге (1597 г.); во Франции - Монпелье (1593 г.), Париже (1627 г.); в Голландии – Лейдене (1577 г.), Амстердаме (1646); в Англии – в Кью (1759); в России – Петербург (1714 г.). Активное накопление фактического материала по биоразнообразию растений, их описанию и систематизации на основе морфологического метода происходило вплоть до начала XIX века. Расширению возможностей при описании дикорастущих и культивируемых растений во многом способствовал способ засушивания растений между листами бумаги или картона, названный *гербаризацией*. Изобрел гербаризацию итальянский ботаник Лука Гини (1500-1556) в самом начале XVI века. С тех пор, ботаники в разных странах мира стали активно собирать, засушивать и в течение многих лет (даже в течение столетий) сохранять растения в засушенном состоянии, что позволило сравнивать их друг с другом, выявлять отдельные морфологические особенности, и осуществлять подробную инвентаризацию дикорастущих видов флоры планеты, свидетельствующую о наличии в природе огромного разнообразия растений. Безусловно, гербаризация в XVI-XX веках явилась мощным средством для исследований в области биоразнообразия растительного мира планеты. Однако, сегодня, благодаря прогрессу компьютерных технологий, мы находимся на пороге использования новейших информационных средств для детального изучения и наиболее полной инвентаризации разнообразия флоры Земли. В настоящее

время в науке и естественнонаучном образовании (Таршис, 2003а,б) начал использоваться так называемый *виртуальный гербарий* (Virtual herbarium, VH). Он составляется на основе цветных компьютерных изображений с живых, свежесобранных в природе или культуре особей растений. В этом случае изображение передает облик, объем и прочие особенности растения без искажений, включая все оттенки окраски цветков, плодов, листьев и корней (Рис. 1). Следует отметить, что еще в 1997 г. Ю.Р. Росков предложил изготавливать компьютерные изображения с гербаризированных растений. Конечно, виртуальный гербарий не во всех научных исследованиях может полностью заменить традиционный. Однако в естественнонаучном образовании именно он способен стать основой учебных виртуальных коллекций и занятий по изучению таксономического биоразнообразия. Один CD (700 MB) может содержать до 35-40 изображений живых растений, такого качества, которое ранее не возможно было получить ни при помощи изготовления ботанического рисунка, ни при помощи фотографирования. Виртуальные гербарии, сделанные в разных странах, со временем можно будет представлять на специальных сайтах в Интернете, что безусловно, улучшит наши знания о разнообразии растений. В настоящий период не приходится сомневаться в том, что сохранить биоразнообразие растительного мира на Земле смогут только экологически образованные люди. Но основу экологического образования составляет обязательно познание компонентов биоразнообразия и умение распознавать в природе различные виды растений и животных, в том числе и те из них, которые занесены в «Красные Книги», поскольку являются редкими и интенсивно истребляемыми. Поэтому как виртуальный гербарий флоры России и отдельных ее регионов, так и виртуальные коллекции некоторых таксонов животных, например, представителей класса насекомых, в перспективе могут стать наглядной основой естественнонаучного образования учащихся. Однако появление новейших компьютерных средств для накопления данных о биоразнообразии растительного и животного мира не умаляет главенствующей роли в его познании морфологического метода, - по-прежнему остающегося важнейшим источником научной информации. Этот метод и сегодня не потерял своего доминирующего значения на начальных этапах любых исследований в области изучения биоразнообразия. Вся история науки убедительно свидетельствует о том, что специфическая форма и структура тела растений или животных принадлежат к числу характерных признаков легко доступных для исследований, но вместе с тем, служащих, по образному выражению Эдмунда В. Синнота (1963, с.14), мерой эволюционного родства организмов и душой всей биологии.

Однако ограничивать исследования биоразнообразия использованием только морфологического метода было бы неправильно. Вряд ли необходимо доказывать

значение для исследований в области биоразнообразия *анатомического метода*. Он возник на базе морфологического метода лишь в конце ХУП века. Как известно, развитие и использование в биологических исследованиях анатомического метода тесно связано с изобретением и совершенствованием микроскопической техники. Первый микроскоп, как утверждают известные историки биологии С.Л. Соболев (1949) и Е.М. Вермель (1970) был сконструирован в 1609-1610 гг Галилеем в Италии. Он состоял из трубы и двух линз – объектива и окуляра. В 1624 г. Галилей сам несколько усовершенствовал свой микроскоп, увеличивающий мелкие объекты в 35-40 раз (Вермель, 1970, с.14). Довольно быстро этот прибор распространился в странах Европы и привлек к себе внимание многих исследователей любителей. К их числу принадлежит знаменитый микроскопист Антон ван Левенгук, который серьезно, в течение более 50 лет занимался микроскопическими наблюдениями и описаниями мельчайших живых существ, сопровождая процесс авторскими зарисовками. Впоследствии они были опубликованы в книге «Тайны природы» (1696). К первой монографической работе, выполненной профессиональным ученым физиком, секретарем Лондонского Королевского Общества Робертом Гуком (1635-1703), следует отнести известное микроскопическое исследование под названием «Микрография или физиологическое описание мельчайших тел, исследованных при помощи микроскопа», опубликованное в 1665 году (Hook R., 1665). Роберт Гук значительно усовершенствовал микроскоп за счет введения дополнительной линзы и усиления освещения объекта с помощью зеркала, ловящего лучи света. Изучая под микроскопом тонкий срез пробки Р. Гук увидел, что она не сплошная, а пористая, состоящая как бы из множества полостей, названных впоследствии ученым клетками. До настоящего времени в науке сохранилось это название «клетка», под которой понимаются мельчайшие структурные элементы живых организмов, обнаружившие в дальнейших микроскопических исследованиях исключительное разнообразие форм, размеров и внутренних компартментов – органоидов. Микроскопические исследования Р. Гука были продолжены его учеником, английским ботаником и врачом Неэмией Грю (1628-1711) и итальянским естествоиспытателем Марчелло Мальпиги (1628-1694). Интересно, что работавшие в разных странах исследователи, почти одновременно опубликовали свои труды под одинаковым названием «Анатомия растений». Н. Грю первым ввел в науку понятие «ткань».

Несмотря на интересные результаты микроскопических исследований Н. Грю и М. Мальпиги, анатомический метод развивался крайне медленно и на протяжении более 200 лет, вплоть до второй половины XIX века он не играл самостоятельной роли в

биологических исследованиях, а служил лишь в качестве вспомогательного средства к основному морфологическому методу.

Усилиями многих выдающихся анатомов в Германии, США, Франции и России, было доказано, что данные анатомических исследований имеют большое значение для решения многих сложных проблем систематики, филогении, экологии, физиологии, ризологии, и других биологических наук. Например, известный французский ученый Филипп Ван-Тигем (1839-1914) с помощью анатомического метода установил существенные различия в структуре центрального цилиндра корней и стеблей растений – представителей многочисленных таксономических групп, стоящих на разных ступенях эволюции. Он положил начало стелярной теории, развитие которой продолжили американские и английские ботаники: Э. Джеффри, Е. Сарджент, и другие. Изучение внутреннего строения основных органов растений в зависимости от воздействия экологических факторов среды (освещения, влажности, температуры, элементов минерального питания) с помощью анатомического метода проводили на рубеже XIX-XX вв. и в XX веке известные русские исследователи: Н.Ф. Леваковский, В.Н. Любименко, В.Р. Заленский, В.К. Василевская и другие, положившие начало экологическому направлению в анатомии растений. Анатомический метод получил свое дальнейшее развитие и в области физиологии растений, в основном благодаря трудам немецких ученых Ю. Сакса и С. Швенденера, австрийского физиолога Готлиба Габарланда и ряда отечественных анатомов В.Г. Александрова, В.Ф. Раздорского, А.А. Яценко-Хмелевского. Последний стал также основателем российской школы по анатомии древесины. Андрей Алексеевич Яценко-Хмелевский в 1954 г. опубликовал капитальный труд «Основы и методы анатомического исследования древесины», ставший основой для составления в России и за рубежом многочисленных справочных пособий, атласов и определителей древесины у различных пород деревьев из разных стран мира. Владимир Федорович Раздорский (1883-1955) с помощью анатомического метода исследовал особенности строения механических тканей у растений и, показал, что они подчинены в своей основе тем же принципам, что и строительно-механические конструкции технических сооружений, но значительно превосходят последние благодаря способности тканей у растений к адаптивной изменчивости и приобретению в ответ на внешние механические воздействия большей сопротивляемости. В современных исследованиях с помощью анатомического метода проводится углубленный анализ механизма адаптации растений к экстремальным условиям среды. Сегодня этой важнейшей проблеме посвящены работы Е.С. Чавчавадзе и О.Ю. Сизоненко, которые с помощью анатомического метода выявили комплексы

структурных признаков древесины у многочисленных представителей арктической флоры. Уникальным является материал, собранный этими авторами, поскольку он охватывает таксономическое разнообразие растений, произрастающих на колоссальной по масштабам территории российской Арктики. Таким образом, анатомический метод, возникнув как дополнительный к морфологическому методу, к XXI столетию стал играть самостоятельную роль при проведении углубленных исследований в области изучения адаптаций растений к экстремальным условиям среды и последующего сохранения их биоразнообразия. Убедительным доказательством вышесказанного служат новейшие труды академика А.Л. Тахтаджяна (1966, 1987 и др.), широко использовавшего анатомические признаки растений для обоснования различного положения таксономических групп и построения эволюционной или филогенетической системы Магнолиофитов (цветковых растений).

Исследователям наряду с изучением биоразнообразия современной флоры Земли необходимо знать, как происходило ее развитие на протяжении сотен миллионов лет. Прочсть палеонтологическую летопись помогают ископаемые остатки некогда существовавших организмов. Осуществить реконструкцию древнейших флор, существовавших в отдаленном прошлом земли, помог *палеонтологический метод*, сформировавшийся на стыке биологии и геологии только в начале XIX века. Подобно анатомическому методу, палеонтологический возник на основе морфологического метода. Но его истоки берут начало в Древней Греции задолго до нашей эры. Еще древнегреческие естествоиспытатели Ксенофан (614 г. до н.э.) и Геродот (V в. до н.э.) считали, что отпечатки, находимые в горных породах, являются остатками растений, когда то произраставших на земле. Эту точку зрения античных авторов в XV-XVI веках также высказывали Леонардо да Винчи и Палисси. Позднее, в 1709 г. швейцарский ученый Шейхцер (1672-1733) описал и зарисовал листья ископаемых растений, поместив изображение в книгу, под названием «растения погребенные потопом». Впервые, научные представления об ископаемых растениях точно сформулировал великий русский ученый М.В. Ломоносов в XVIII веке, считавший, что эти растения когда то, очень давно, произрастали на земле. В основе использования палеонтологического метода лежит ряд принципов, сформулированных еще Ж. Кювье (1769-1832) на примере исследований ископаемых форм животных. Знаменитый французский ученый (автор теории катастроф) считал, что в последовательных геологических напластованиях наблюдается тоже последовательная смена ископаемых остатков живых существ, высшие формы которых появляются позднее низших, причем, чем ближе они к позднейшим геологическим напластованиям, тем большее сходство у ископаемых форм обнаруживается с

современными животными. В противовес истории катастроф, английский геолог Ч. Ляйель (1797-1875) считал, что причинами постепенных изменений, происходивших на земле в прошлом, были такие факторы, как разница температур, изменение влажности, вулканические извержения и живые существа. Но только во второй половине XIX века палеонтологический метод в исследованиях ископаемых флор и фаун стал более целенаправленно использоваться с позиций эволюционного подхода. Значительный вклад в изучение палеозойской и третичной флоры России на основе анализа анатомических признаков ископаемых растений внес И. Ф. Шмальгаузен (1849-1894). Выдающиеся находки и открытия с помощью палеонтологического метода были сделаны в XX веке. Они явились результатом разработки ряда новых методик, используемых для изучения растительных остатков, среди них: *изготовление тонких шлифов; флюорографическая фотография; мацерация; метод пленок; спорово-пыльцевой анализ* и др. Например, при изучении силурийских и прочих древних пород палеоботаники применяют методику спорово-пыльцевого анализа, - для чего в ступках дробят куски породы, затем их выдерживают в кислотах для растворения (при этом органические остатки просветляются), затем остатки отделяют специальными жидкостями и рассматривают в микроскоп. Среди таких растительных остатков часто попадались споры древнейших наземных высших споровых растений – плаунов, хвощей и папоротников; встречались органические пленки с отпечатавшимися на них трахеидами. Накопление многочисленных фактических данных и их обобщение позволило исследователям в XX веке восстановить в общих чертах историю развития флоры и растительности Земли и уточнить филогению высших споровых и семенных сосудистых растений. Однако и до настоящего времени, не смотря на новейшие методы и технические средства, значительное усовершенствование оптической и сканирующей микроскопии, инвентаризация таксономического разнообразия ископаемых флор и их детальное описание еще далеки от своего завершения. Причины этого станут более понятны, после прочтения наиболее яркой и образной характеристики палеонтологической летописи, данной известным немецким ученым Карлом Гебелем (1855-1932). К. Гебель сравнивал палеонтологическую летопись с остатками библиотеки, которая подверглась пожару, затем наводнению, потом была изгрызена мышами, а остатки были истрепаны ветром. Конечно, используя только морфологический, анатомический и палеонтологический методы невозможно было бы осуществить полную реконструкцию процесса эволюции живых существ. Для воссоздания эволюции необходимо привлекать очень многие методы и технические средства, как традиционные, так и новейшие. Среди методов можно отметить: *рентгеноструктурный анализ; сканирующую оптическую микроскопию;*

компьютерную микроскопию. Еще одна методика, хорошо разработанная на сегодняшний день это *электронная микроскопия*, именно она позволяет заполнить брешь между микроскопическими методами с клеточным и молекулярным разрешением. Однако исследовать проявления такого сложного феномена, как внутривидовое разнообразие растений удобнее с помощью традиционных морфологического и анатомического методов. Причем объективные представления о закономерностях внутривидовой изменчивости или о внутривидовом разнообразии особей дикорастущих видов в природе удается получать с помощью таких элементарных приспособлений и приборов, как линейка, циркуль, курвиметр, транспортир, световой микроскоп (любой марки, из используемых в ВУЗах: МБР-1, «Биолам», «Биолам - Р» и пр.). У микроскопа должны быть сменные объективы и окуляры, что дает возможность получать увеличенные изображения объекта в диапазоне от 56 до 1350 раз. В наших исследованиях по внутривидовой изменчивости дикорастущих видов растений часто приходилось использовать минимальное увеличение микроскопа, - в 14 раз, достигаемое при сочетании объектива, увеличивающего в 3,5 раза и окуляра, увеличивающего в 4 раза. В результате такого увеличения, как бы расширялось поле зрения, что позволяло увидеть общую картину строения конкретного органа растения, а не отдельные его фрагменты.

Следует подчеркнуть, что в процессе исследований постоянно приходится искать наиболее подходящие для их проведения инструменты и методы. Очень часто приходится прибегать к опыту предшественников, причем не всегда успешному. Но ошибки предшественников, встреченные при изучении научной литературы, как правило, только стимулируют дальнейшие исследования. Очень важно, что сам процесс исследований постоянно заставляет искать ответы, на вновь и вновь возникающие вопросы. Тупиковые ситуации как бы стимулируют продолжение исследовательской деятельности в избранном направлении. Приведем для доказательства сказанного два примера.

Один пример из истории палеоботанических открытий, сделанных сначала любителем и лишь затем опытными исследователями. Второй пример из области собственных ризологических исследований.

В истории создания палеоботанической летописи флоры Земли, конечно, имеется не мало интересных страниц и замечательных открытий. К числу таких, безусловно, принадлежит история открытия риниофитов, неоднократно описанная в научно-популярной литературе. Здесь же целесообразно отметить лишь ряд моментов. Во первых, то что это открытие было сделано не профессионалом, а любителем геологии, врачом У. Макки. Осенью 1912 г. в Шотландии, бродя во время отпуска вблизи деревни Райни У. Макки заметил в каменных блоках, из которых были сооружены многие старые

постройки в деревне, темные полосы и пятна. На сколах отдельных блоков У. Макки увидел многочисленные, хорошо сохранившиеся остатки не известных ему растений. Любопытный натуралист тщательно зарисовал внешний вид ископаемых растений и опубликовал их изображения в 1916 году в работе по геологии района. Но, понимая важность своей находки и не видя возможности самостоятельно определить что это такое, У. Макки передал все свои материалы знаменитому шотландскому палеоботанику Роберту Кидстону (1852-1924). Р. Кидстон пригласил участвовать в совместных исследованиях еще одного известного палеоботаника, профессора У. Ланга (1874-1960). Вместе они подготовили и опубликовали, по этим материалам, за период с 1917 по 1921 гг. пять работ, послуживших основой систематических исследований в области биоразнообразия ископаемой флоры. За сравнительно короткий период удалось установить не только внешний облик, но и особенности внутреннего анатомического строения тела древнейших наземных высших растений – псилофитов, ныне называемых риниофитами (*Rhyniophyta*), по имени рода *Rhynia*, представители которого были описаны по ископаемым остаткам, обнаруженным у деревни Райни. Благодаря исключительным условиям захоронения в пластах кремнистой породы отлично сохранялись на протяжении 415 млн. лет не только отдельные окремненные фрагменты тел древнейших растений, но и целые растения. Наиболее детально с их помощью была осуществлена реконструкция строения Ринии большой (*Rhynia major*). Судя по материалам исследований взрослые особи этого вида достигали в высоту 50 см при толщине стеблей до 0,5 см (Рис. 2). Эти тонкие «стебли» раздваивались в верхней части, в основании же располагались корневищеподобные горизонтальные структуры, так называемые ризоиды, покрытые тонкими ризоидами. Настоящих корней у ринии большой не было, впрочем, также как и у самого древнего представителя отдела риниофитов – Куксонии, обнаруженной в 1937 г. в песчаниках Уэльса. Позднее во многих странах были найдены многочисленные ископаемые остатки риниофитов. Было также отмечено сходство между ними и ныне живущими на земле представителями других отделов высших споровых сосудистых растений: плауновидных, псилоповидных, хвощевидных и папоротниковидных (Рис. 3).

На примере короткой, но замечательной истории исследования риниофитов следует подчеркнуть эффективность интеграции морфологического, палеонтологического и анатомического методов исследований, позволяющих с большей степенью точности восстанавливать как особенности строения древнейших растений, так и историю развития флоры и растительности земного шара. В наши дни, наряду с охарактеризованными выше тремя методами исследования биоразнообразия ископаемых и современных флор Земли, широко используется множество других, в том числе и новейших методов исследований, а

также многочисленных их модификаций, разработанных с учетом специфики объектов исследований. В связи с этим очень важно у бакалавров и магистров в процессе изучения ими курса «Основы исследовательской деятельности» сформировать привычку к обязательному изучению близких по тематике научных работ. Ведь любое исследование начинается не с пустого места, и всегда полезно ознакомиться как с самим процессом исследований, так и с методами, позволившими специалистам получить интересные результаты. Начинающим исследовательскую деятельность естествоиспытателям следует взять за правило обязательное знакомство с трудами предшественников, чтобы «заново не изобретать велосипед». Тот, кто этого не делает, допускает изначально самые грубые ошибки в своих исследованиях.

Второй пример, мы приведем из области собственных ризологических исследований, начинавшихся еще в 1957 году, и не прекращающихся уже на протяжении 50 лет. Этот пример, может быть, позволит уберечь будущих исследователей от разочарования, возникающего у многих, при столкновении с тяжелым физическим трудом, сопровождающим многочисленные раскопки подземных органов растений. Неоднократно в своей деятельности мы встречались с тем, что отдельные студенты из-за неусидчивого характера не переносят выполнение однообразной работы и длительного сидения за микроскопом при проведении анатомического анализа срезов, приготавливаемых с разнообразных подземных органов растений. Эти разочарования преодолимы лишь при условии наличия у студентов подлинного интереса к проблемам, огромного желания участвовать в достаточно трудоемком процессе исследований, но не стремлением к получению степени бакалавра, магистра или кандидата наук. Чтобы предупредить студентов от возможных разочарований, вытекающих из-за неудачно выбранных направлений исследовательской деятельности, мы кратко остановимся ниже на изложении отдельных негативных сторон научной работы, с которыми, судя по собственному опыту, приходится сталкиваться каждому на начальных этапах исследовательской деятельности. Так, например, исследовательская деятельность у одного из авторов данного пособия (Г.И. Таршис) началась не сразу после окончания с отличием Уральского госуниверситета, а только спустя четыре года, после работы в качестве лаборанта в Институте биологии УФАН и в УралНИИСХозе. В 1957 году, после поступления по конкурсу в аспирантуру Украинского научно-исследовательского института физиологии растений (г. Киев) и очень кратковременного периода знакомства с работой в Лаборатории Роста и Развития Растений, Галина Ильинична была направлена в экспедицию на юго-восток Украины, где в течение трех полевых сезонов ей пришлось проводить систематическую откопку с глубины в 1,5-2 метра подземных органов Горчака

розового – многолетнего корнеотпрыскового травянистого растения из семейства Сложноцветных. Откопку подземных органов горчака необходимо было проводить на всех полях Генической опытной сельскохозяйственной станции, где испытывалась система агротехнических и химических мер борьбы с этим карантинным и самым злостным сорняком отечественной флоры. На Украину этот сорняк попал еще в начале XX века. Его семена были завезены случайно, вместе с семенами туркестанской люцерны, высеваемой на землях вблизи Одессы и Херсона. Очень быстро горчак розовый, благодаря способности как к семенному, так и к интенсивному вегетативному размножению, за счет образования на корнях многочисленных почек и корневых отпрысков, засорил на юге Украины пахотные земли в Крымской, Херсонской, Запорожской, Николаевской и Одесской областях. К началу экспедиционных работ Г.И. Таршис, более 1 миллиона гектар земель на Украине было засорено горчаком розовым. Необходимо подчеркнуть, что при значительной степени засорения земель горчаком, все возделываемые культуры, в том числе озимая пшеница, кукуруза, бахчевые культуры, виноград и прочие растения, резко снижали, а то и совсем не давали урожая. В связи с такой серьезной угрозой сельскому хозяйству Украины, возникла острая необходимость в исследовании физиолого-биохимических изменений, которые происходят в мощной, многолетней подземной сфере горчака под воздействием на нее агротехнических приемов и химических веществ, которые использовали в те годы в сельском хозяйстве страны. Кроме того, молодому аспиранту предстояло дать объективную оценку эффективности приемов агротехники, и выявить слабые стороны каждого из них при борьбе с сорняком, осуществляемой по-разному в звеньях севооборотов и на полях опытной станции. Сроки откопки корней горчака на всех полях приурочивались ко времени наступления каждой из очередных фаз роста и развития, отмечаемых у контрольных, свободно растущих в лесополосах особей сорняка. К таким исследованиям в университете будущих аспирантов не готовили. Поэтому, в каждом конкретном случае, приходилось на месте искать наиболее подходящие приемы и методы работы, к примеру, даже такие как лучше расположить траншеи и выбрать инструменты, облегчающие массовые раскопки и извлечение из почвы достаточного количества материала, подготавливаемого в экспедиционных условиях к последующему проведению в лаборатории биохимических анализов корней горчака розового. Уже первоначальное знакомство в естественных условиях произрастания с морфологией надземных и подземных органов горчака показало, что растениям свойственно образовывать крупные куртины или латки. Практика дала понять, что удобнее всего в пределах каждой куртины выкапывать одну длинную траншею, глубиной в 1,5 метра. Затем, при помощи стамески, небольшого остроконечного

ножа и металлической спицы осторожно по стенкам траншеи отделять от почвы и далее у дна подрезать стержневые корни горчака. Такой подход позволял с одной траншеи отбирать не менее десятка корней, т.е. экономить время, силы, и одновременно обеспечивать репрезентативную выборку образцов для дальнейшего биохимического анализа сорняка. Когда в процессе исследований возникла необходимость извлечения корней горчака розового на полную глубину, то в пределах куртины был выкопан колодец, а в нем размещена лестница, по которой исследователь постепенно спускаясь, извлекал из почвы куски стержневых корней, тут же их прикрепляя к грунту с помощью тонких прищепок, чтобы затем не повредить при окончательной выемке. В дальнейшем, извлеченные из почвы подземные органы отмывались и разделялись на фракции, отдельно корневые отпрыски и 50-и сантиметровые отрезки стержневых корней. После этого, каждая из фракций измельчалась ножницами и отдельно фиксировалась кипящим спиртом. Впоследствии проводилась серия биохимических анализов на содержание углеводов, азотистых веществ и соединений фосфора. В результате весьма трудоемких трехлетних полевых и лабораторных исследований удалось выявить четкие закономерности в динамике биохимических процессов, происходящих в подземных органах свободно растущих в лесополосах растений (на контрольных участках) и растений, постоянно угнетаемых агротехническими мероприятиями на полевых (опытных) участках. Эти исследования позволили вскрыть существенные недостатки в системе мер борьбы с Горчаком розовым, из-за которых происходило постоянное увеличение засорения земель и потери урожая в южных областях Украины.

Безусловно, только изучением подземных органов Горчака розового наши исследования не ограничились, но именно они определили основное направление всех дальнейших научных работ, связанных с изучением подземной сферы высших сосудистых растений. Специфика внешнего и внутреннего строения корней Горчака розового, выявленная в процессе изучения особенностей зарастания сельскохозяйственных угодий Украины сорняками, явилась отправной точкой для целой серии работ по изучению структурного разнообразия корней и корневых систем. Ведь именно оно во многом определяет способности дикорастущих видов адаптироваться к жизни в экстремальных условиях среды. Смысл ризологических исследований сегодня заключается не только в их актуальности, но и в научной необходимости, далеко не всем понятной. Нам довольно часто приходилось слышать от неспециалистов следующее высказывание: «кому нужны Ваши корешки?». Надеемся, что этот вопрос не возникнет у слушателей, после изучения курса «Основы исследовательской деятельности», в котором, мы считаем необходимым, отразить не только практическое значение результатов исследовательской деятельности,

но и ее теоретическую сущность, заключающую в себе постоянное стремление человека к поиску нового и ранее неизвестного. Мы также глубоко убеждены, что развитие любознательности у студентов остается важнейшей задачей естественнонаучного образования и основой будущего прогресса в области изучения и сохранения биоразнообразия.

2.3. ЭЛЕМЕНТАРНАЯ СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ.

Анализировать данные и подводить итоги исследований в области биоразнообразия любых организмов, в том числе и в области изучения разнообразия растений, невозможно без использования элементарных методов биометрии. Они необходимы для перехода от чисто словесного описания особей одного вида или характеристики разнообразия множества одноименных органов и признаков растений к их точному измерению и последующему статистическому анализу данных. Например, биологи при изучении закономерностей внутривидовой изменчивости растений стремятся получить достоверные результаты сделанные на основе измерений не единичных особей, а целой их группы. В этом случае без применения методов математической статистики уже не обойтись.

Для того, что в процессе исследований получить объективную характеристику всей группы особей, а не одиночных ее представителей следует в первую очередь вычислить *среднюю арифметическую* – M , по формуле: $M = \frac{\sum V}{n}$, где M – средняя арифметическая,

\sum - символ сложения или суммирования, V – результат измерения величины каждого объекта, или значение величины признака у каждой особи, n – число объектов в группе.

Обычно при вычислении средней арифметической складывают результаты измерений величины каждой особи или признака и полученную сумму делят на число всех измеренных объектов.

Пример 1.

На Среднем Урале, вблизи города Екатеринбурга, на опушке соснового леса в ценопопуляции вида *Antennaria dioica* (L.) Gaertn. – кошачьей лапки двудомной измерили высоту побегов у 10 цветущих особей. Средняя арифметическая высоты побегов в см. равна: $M = \frac{19+22+21+18+28+15+26+28+21+23}{10} = 22,1$ т.е. $M_{cp} = 22,1$ см.

10

Как видно из приведенного выше примера, средняя величина хотя и является абстрактной, но она способна четко характеризовать целую группу особей вида одним числом, как бы нивелирующим все индивидуальные отклонения или отличия. Измеряемая

высота побегов у кошачьей лапки, согласно классификации признаков, принятой в биометрии (Лакин, 1990, с.20), относится к числу мерных или метрических. Как мы видим выше, величина мерных признаков варьирует в значительных пределах (от – до), так как все десять особей в группе отличаются друг от друга, в частности по высоте побегов. Подобное различие множества особей, объединенных в группу, в биометрии принято называть варьированием или разнообразием, а множество относительно однородных, но индивидуально различаемых единиц, объединенных для совместного (группового изучения) именуют статистической совокупностью.

В биологических исследованиях обычно используются три основных показателя разнообразия. Это лимиты (\lim), среднее квадратическое отклонение (σ), и коэффициент вариации ($CV\%$). Ниже приведены примеры вычисления этих показателей.

1. ЛИМИТЫ (\lim)

Пример 2.

В двух соседних ценопопуляциях кошачьей лапки, расположенных по опушкам соснового (1) и березового (2) леса, вблизи железнодорожной станции Палкино (Средний Урал), измерено по 10 генеративных побегов у особей в период цветения. В каждой из двух ценопопуляций выделены крайние варианты высоты побегов: минимальный и максимальный (в см).

1										
ценопопуляция	19	22	21	18	28	15	26	28	21	23
2										
ценопопуляция	27	28	19	26	18	31	26	24	25	16,5

Фактически лимиты позволяют наглядно отразить всегда существующее в природе варьирование величины измеряемых (мерных) или подсчитываемых (метрических) признаков растений, и показать их пределы – варианты, или разность между наибольшим и наименьшим показателями, всегда выявляемую в исследуемой группе или группах. Например, определение лимитов (\lim) высоты побегов кошачьей лапки, произрастающей в двух соседних популяциях, свидетельствует о том, что в первой ценопопуляции разнообразие особей по высоте побегов несколько меньше, чем во второй популяции: 1 ЦП – \lim (28 – 15 см), т.е. 13 см; 2 ЦП – \lim (31 – 16,5 см), т.е. 14,5 см.

Для более точной характеристики разнообразия признаков или особей в группе используется такой показатель, как среднее квадратическое отклонение или сигма (σ). Хотя впервые в биометрию, этот показатель был введен английским математиком

Карлом Пирсоном в 1894 г., но впервые обратил внимание биологов и изложил правила вычисления среднего квадратического отклонения выдающийся отечественный ученый – генетик и математик Ю.А. Филипченко (1978, с.51). Он предложил следующий порядок расчетов: сначала величину каждого отдельного отклонения, свойственного каждой из вариант от средней величины, возводят в квадрат, потом умножают на соответствующую частоту, и все эти произведения складывают друг с другом. После чего, полученную сумму делят на число членов ряда, затем из полученного частного извлекают квадратный корень и получают среднее квадратическое отклонение вариационного ряда. Этот порядок вычисления отражает следующая формула: $\sigma = \frac{1}{n} \sqrt{\sum pa^2}$

n ,

где σ – среднее квадратическое отклонение, \sum - символ суммирования, p – частота, a – отклонение, a^2 – квадрат отклонений, n – число объектов в группе.

Приведем еще один пример вычисления стандартного отклонения (по Р.М. Клейн и Д.Т. Клейн, 1974, с. 192-193):

Пример 3.

Предположим, что подсчитывается число растений на площади в 1 м², чтобы получить представление о растительном покрове большой территории. Допуская, что климат и другие факторы совершенно одинаковы на всей территории, исследователь выделит 10 участков по 1 м² и подсчитает число растений на каждом из них. Полезно иметь представление о том, каковы могут быть отклонения в численности.

Число растений на 1 м ²	
130	60
120	170
160	130
140	140
120	90

Среднее число растений получают, сложив все цифры в колонке и разделив их на n, т.е. число измерений: 1260:10=126.

Хотя среднее число равно 126 растений на единицу площади, ясно, что имеются колебания от 170 до 60 растений/м². Вычислив стандартное отклонение, можно выразить эту изменчивость.

Стандартное отклонение (часто обозначаемое сокращенно S.D.) получают, разделив сумму всех отклонений от средней величины, возведенных в квадрат, на число

наблюдений минус 1, и извлекая затем квадратный корень из этого числа.

$$\text{Mатематически это будет выглядеть так: } S.D. = \frac{\sum \Delta^2}{n - 1}$$

Возвращаясь к рассмотренному примеру, можно составить таблицу, приведенную ниже. Следует помнить, что эта операция должна быть проделана со всеми использованными числами или значениями вне зависимости от того. Будут ли отклонения отрицательными или положительными, поскольку при возведении в квадрат знаки устраняются. Сумма третьей колонки составляет 8740. Это число делят затем на число измерений, уменьшенное на единицу, т.е. на $n-1=9$; отсюда $8740:9=971$. Теперь для того, чтобы получить стандартное отклонение, нужно извлечь квадратный корень из 971 до 31. Это число 31 и будет являться стандартным отклонением для десяти определений числа растений на 1 м^2 . В таблицах его обычно приводят как среднее число или минус стандартное отклонение, т.е. 126 ± 31 растений / м^2 .

Число растений на 1 м^2	Отклонения от среднего (Δ)	Квадрат отклонения от среднего (Δ^2)	Число растений на 1 м^2	Отклонения от среднего (Δ)	Квадрат отклонения от среднего (Δ^2)
130	4	16	60	66	4356
120	6	36	170	44	1396
160	34	1196	130	4	16
140	14	196	140	14	196
120	6	36	90	36	1296

Все рассмотренные выше статистические показатели разнообразия растений: средняя арифметическая, лимиты и среднее квадратическое отклонение, - выражены в абсолютных величинах, например в одинаковых единицах длины (в см), т.е. являются показателями именованными или одномерными. Но при изучении разнообразия живых организмов очень часто приходится прибегать к сравнению не одноименных и разноразмерных признаков. В этом случае удобнее использовать такой относительный показатель как коэффициент вариации $CV\%$, выраженный всегда в процентах и являющийся отвлеченной величиной. Коэффициент вариации вычисляется по следующей формуле: $CV\% = \frac{100 \times \sigma}{M_{cp}}$.

$$M_{cp}$$

При вычислении коэффициента вариации значение среднего квадратического отклонения умножается на 100 и делится на величину среднего арифметического. В

следующей главе мы приведем ряд примеров и проиллюстрируем использование основных биометрических показателей в исследованиях по изучению проявлений в природе разнообразия растений, их отдельных органов и признаков.

В большинстве биологических наблюдений и исследований необходимо знать не только масштабы изменчивости в серии повторностей, но и уметь судить о том, насколько «реальны» различия, выявленные между переменными или среди них. В некоторых случаях это видно на глаз. Иногда различия незаметны. В основном, статистическая достоверность свидетельствует о том, что имеется вероятность реальности наблюдаемых различий. Биологи, сознающие неизбежную изменчивость биологических объектов и прекрасно зная, что незначительная разница в схеме опыта и условиях его проведения может сильно повлиять на результаты, решили принять лишь определенные уровни вероятности в качестве указания на реальность различий. Имеется ряд статистических методов, которыми можно пользоваться для оценки полученных данных, причем большинство их достаточно просты, чтобы оправдать их применение в большинстве биологических опытов. Математическое обоснование разных методов не входит в задачи данной книги, и интересующимся следует обратиться к изданиям, перечисленным ниже.

Для более глубокого анализа результатов наблюдений и экспериментальных исследований, проводимых в области биоразнообразия организмов, мы также рекомендуем студентам использовать в своей деятельности труды по биометрии:

1. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. –М.: Наука, 1984.
2. Лакин Г.Ф. Биометрия. –М.: Высшая школа, 1990.
3. Филипченко Ю.А. Изменчивость и методы ее изучения. –М.: Наука, 1978.

ГЛАВА III: РАСТЕНИЯ КАК ОСНОВНЫЕ ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБЛАСТИ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

В современном мире постоянно возрастающие антропогенные нагрузки на среду, привели к заметному ухудшению ее качества. Однако одновременно, этот негативный процесс стимулирует осознание человечеством зависимости своего будущего от сохранения биоразнообразия всех живых организмов населяющих нашу планету и, в первую очередь, от сохранения биоразнообразия растительного мира Земли.

Еще в 70-е годы XX столетия известные немецкие ученые ботаники Франц Фукарек, Герд Мюллер и Роланд Шустер (1982, с.7) на первое место среди компонентов природы, нуждающихся в охране, поставили растительный мир Земли. Они кратко, но четко обозначили важнейшие причины для проведения первоочередных мероприятий по охране растений. И сегодня, эти причины по-прежнему являются основными. Именно фотосинтезирующим растениям обязан своим происхождением свободный кислород атмосферы. Растения прямо или опосредовано служат пищей всем гетеротрофным организмам планеты, в том числе и человеку. Они участвовали и участвуют в образовании почв и в создании их плодородия, в биологической очистке вод в реках, озерах, морях и океанах. Среди этого неполного перечня причин необходимо выделить главнейшую, имеющую планетарное значение. Это процесс фотосинтеза, свойственный только зеленым растениям и некоторым прокариотам. Именно благодаря процессу оксигенного фотосинтеза на Земле возникла биосфера, - околоземное пространство, заселенное живыми организмами и включающее атмосферу, гидросферу и верхнюю часть литосферы. В связи с наличием хлорофилла в клетках растений образуются органические вещества, в которых в форме энергии химических связей как бы «консервируется» энергия солнечного света. В этом заключается особая космическая роль зеленых растений, на которую первым указал великий русский физиолог К.А. Тимирязев (1843-1920). В наши дни эта особая роль растений в существовании биосферы и в жизнеобеспечении человечества и всех остальных живых существ на земле общепризнанна. Ни у кого не вызывает сомнения та истина, что с растениями неразрывно связано обитание на земле всех без исключения организмов. Именно зеленые растения поглощают часть солнечной энергии, достигающей поверхность земли, и не дают ей бесполезно рассеиваться в космосе, а связывают в молекулы органических веществ, обеспечивая ими гетеротрофов. Планетарные масштабы продуктивности фотосинтеза колоссальны: они достигают около

10^{10} тонн в год, и во много десятков раз, превосходят потребности человечества в продуктах питания и в энергоносителях. Кроме того, в процессе фотосинтеза растения выделяют в атмосферу свободный кислород. Согласно современным представлениям ученых, кислород начал накапливаться в атмосфере Земли не сразу, а спустя около 1 млрд. лет, после образования планеты (Войткевич, 1996). Этот процесс продолжается уже примерно 4,6 млрд. лет. Состав современной атмосферы земного шара значительно отличается от состава вулканических и метеоритных газов, из которых она образовалась первоначально в далекое геологическое прошлое. Зарождение жизни на Земле, согласно данным современной науки, приближается к 4 млрд. лет тому назад; биосфера существует не менее 3,6 млрд. лет; а процесс фотосинтеза длится не менее 3,4 млрд. лет, - причем сначала он осуществлялся организмами, существовавшими в водной среде (Войткевич, 1996, с.294). Биологи, геологи и геохимики связывают качественные изменения в составе атмосферы планеты, первоначально лишенной свободного кислорода и имевшей восстановительный характер, с развитием жизни и функционированием сначала гетеротрофных прокариот, затем оксигенных фототрофных прокариот (сине-зеленых водорослей), и лишь потом – эукариотических водорослей, способствовавших постепенному накоплению в атмосфере планеты кислорода, и ее превращению в азотно-кислородную (Розанов, 1993; Соколов, 1993; и др.). По данным ведущего отечественного планетолога Б.С. Соколова (1979) длительный первоначальный период господства на Земле бактерий и сине-зеленых водорослей сменился эрой водорослей (бурых, зеленых, красных, диатомовых, харовых и др.), исключительно разнообразных по форме и строению слоевища (одноклеточных, многоклеточных, колониальных, спирально-нитчатых, войлоковидных и др.). Эти формы представлены в толщах вендских отложений – аржиллитов, глин, песчаников, - свидетельствующих о чрезвычайно длительном периоде эволюции водорослей, носившей крайне неравномерный характер. Согласно современным представлениям палеоботаников и геологов, на протяжении более 2 млрд. лет эволюция растений протекала в водной среде Земли. Известный отечественный альголог (от лат. «algae» - водоросли) М.М. Голлербах подчеркивал, что к наиболее существенным признакам водорослей, кроме водной среды их обитания, следует отнести отсутствие расчленения их тела на органы – листья, стебли и корни (1977, с.8). Поэтому водоросли по особенностям строения их тела принято называть слоевищными, слоевцовыми, или талломными растениями, и относить к обширному подцарству низших или слоевищных растений (Thallophyta). К нему же ранее относили и бактерий, и актиномицеты, и грибы, а также слизевиков и лишайники (выделенные ныне в отдельные царства).

Выход растений на сушу из водной среды, согласно современным представлениям ученых ботаников и палеонтологов, начал происходить менее чем 500 млн. лет назад. Сначала древнейшие растения, по-видимому, заселяли побережья морей и океанов, берега лагун и болота, периодически находясь, то в водной, то в наземно-воздушной среде. Затем они постепенно начали расселяться вглубь континентов. Этот процесс сопровождался значительными изменениями условий обитания растений – первопоселенцев суши, способствовавших расчленению их тела на надземную – фотосинтезирующую часть, и подземную – всасывающую воду с минеральными веществами и закрепляющую часть. Функционирование двух частей тела растений в разных средах привело к множеству структурных изменений теломов риниофитов, без которых невозможно было бы дальнейшее завоевание суши высшими растениями. Следует отметить, что палеонтологическая летопись содержит слишком мало сведений, необходимых для восстановления полной картины возникновения и развития растительного мира Земли, а также для выяснения филогенетического родства отдельных систематических групп высших растений. Но древность риниофитов вполне убедительно подтверждается многочисленными ископаемыми находками. Они свидетельствуют о том, что массовое заселение континентов планеты риниофитами произошло в силурийский период палеозойской эры. Фактически, с силурийского и до девонского периода палеозоя на Земле существовала флора риниофитов – самых своеобразных и примитивных по структуре высших споровых растений. Их небольшие тела были лишены настоящих листьев и корней. Они состояли из дихотомически ветвящихся цилиндрических стеблеподобных осевых органов – каулоидов с верхушечными спорангиями и расположенной в центре стеблей ксилемой, состоящей из трахеид. В субстрате располагались горизонтальные, корневищеподобные ризоиды, усаженные многочисленными ризоидами.

Уже в среднем девоне на Земле широко распространяются растения, схожие с риниофитами, но выделяемые систематиками в самостоятельный отдел Зостерофиллофитов, по ряду иных морфологических признаков. Древность представителей этого отдела подтверждается многими ископаемыми находками. Следует подчеркнуть, что в настоящий период, согласно точке зрения ведущего отечественного систематика А.Л. Тахтаджяна (1978), в царстве высших растений выделяется 9 отделов: риниофиты, зостерофиллофиты, моховидные, плауновидные, псилотовидные, хвощевидные, папоротниковидные, голосеменные и покрытосеменные (цветковые) растения. Два первых отдела включают только ископаемые растения, произраставшие на Земле около 415-400 млн. лет назад. Моховидные или мхи возникли в начале палеозоя, и

сегодня они представляют собой обособленную ветвь эволюции высших растений, сохраняющуюся на земле в течение длительного геологического времени. Представители этого отдела характеризуются очень большим своеобразием. Прежде всего, в цикле их развития преобладает гаметофит, или половое поколение, - спорофит развит слабо, причем он как бы паразитирует на гаметофите. Моховидные чаще многолетние растения, отличающиеся низким ростом, отсутствием специализированных вегетативных органов – настоящих корней и листьев. У них также наблюдается слабое развитие тканей. Наиболее популярной в среде систематиков и сегодня остается риниофитовая гипотеза происхождения мхов. Многочисленные представители отдела моховидных, в отличие от своих предшественников, выдержали все катаклизмы на протяжении длительного геологического времени и сохранились во флоре, до настоящего времени. Мхи отличаются значительным морфологическим разнообразием. Они характеризуются высокой степенью устойчивости и широким распространением на планете, их можно встретить даже в экстремальных условиях обитания холодных зон обоих полушарий.

По сравнению с моховидными, представители остальных шести отделов подцарства высших растений, отличаются иным соотношением гаметофита и спорофита в цикле развития. Для всех них характерно значительное преобладание спорофита над гаметофитом. Следует подчеркнуть, что спорофиты у представителей отделов плауновидных, хвощевидных, папоротниковидных, голосеменных и покрытосеменных обладают специализированными вегетативными органами – листьями, стеблями и корнями, и хорошо развитыми тканями. Лишь у малочисленных представителей отдела Псилотовидных, включающих всего два рода: псилот и тмезиптерис, - представленных во флоре тропиков и субтропиков, отсутствуют корни. Внешне спорофиты псилотовых очень похожи на риниофиты, от которых они, по-видимому, и произошли, но в отличие от своих вымерших предков сохранились в составе флоры земли.

Среди высших сосудистых споровых растений, обитающих ныне, к самым древним относятся псилотовидные, плауны и хвощи. Флора плауновидных своего максимального развития достигла в позднем палеозое. Господство плаунов пришло на смену флоре риниофитов, составлявших растительный покров континентов в раннем палеозое. Расцвет флоры ископаемых плауновидных и хвощевидных приходится на каменноугольный период. В составе лесов того времени были мощные древовидные формы: лепидодендроны, сигиллярии, каламиты, - нередко достигавшие в высоту 10-20 метров. Но к концу палеозоя и началу мезозоя, по-видимому, из-за резкого изменения климата они вымерли, и до наших дней дожили лишь единичные представители этих отделов, справедливо называемые «живыми ископаемыми». Все ныне обитающие на планете виды

из отделов Плауновидных, Хвощевидных и Псилотовидных – это небольшие травянистые растения, играющие весьма скромную роль во флоре Земли. Только папоротники, также принадлежащие к древнейшим высшим сосудистым споровым растениям и сегодня, широко распространены на земном шаре в различных местообитаниях, хотя в настоящее время количество их видов достигает всего лишь около 15 тысяч видов (Гурева, 2001). Сейчас папоротники играют значительно меньшую роль в растительном покрове земли, чем в прошлые геологические периоды.

Развитие высших споровых растений на земле способствовало тому, что в составе атмосферы постепенно увеличивалось количество свободного кислорода; в глубине литосферы накопились огромные массы каменных углей, а на ее поверхности образовались запасы органических веществ, служащих пищей для существования животных. Следует отметить, что в современный период более широко распространены не высшие споровые растения, а семенные представители флоры. Они принадлежат к двум отделам: Голосеменным (Pinophyta) и Покрытосеменным или Цветковым (Magnoliophyta) растениям.

Среди семенных растений, наиболее древними являются голосеменные. Их история начинается с конца девона. Для многих ископаемых голосеменных временем процветания были каменноугольный, пермский и юрский периоды. Причем для ряда ныне живущих видов голосеменных время их расцвета восходит к каменноугольному и пермскому периодам палеозойской эры. Такие виды, как например, гинкго двулопастный и саговник поникающий, которые еще Ч. Дарвин справедливо также называл «живыми ископаемыми» сохранились и в составе современной флоры.

И все же ныне господствуют во флоре Земли цветковые растения. На их долю приходится 71% от общего числа всех видов, входящих в состав царства Растения (Plantae). Целесообразно ниже привести соотношение числа видов растений, принадлежащих к основным отделам царства Растения и входящих в состав современной флоры (по Флиндт, 1992):

Водоросли	33000
Мохообразные	26000
Лишайники	20000
Папоротникообразные	15000
в том числе:	
Плауновидные	400
Хвощевидные	32
Папоротниковидные	14568

Голосеменные 800

Покрытосеменные 235000

В целом, сейчас на земле произрастает около 330000 видов растений. Характеризуя наше время, следует подчеркнуть то, что мы живем в период господства покрытосеменных или цветковых растений. Поэтому исследования в области биоразнообразия растений целесообразнее проводить на примере самого обширного и наиболее разнообразного по составу видов отдела Magnoliophyta, представляющего собой, по мнению ведущего современного ботаника, академика А.Л. Тахтаджяна естественную монофилетическую группу (1987, с.11). В составе этой группы преобладают виды, живущие на суше, хотя около 71% поверхности земли покрыто водой, т.е. из 510 млн км² всей поверхности - на долю морей и океанов приходится 359 млн км², а на долю пресных вод – около 3 млн км². Следует подчеркнуть, что несмотря на, исключительное видовое и морфологическое многообразие современных покрытосеменных растений, они чрезвычайно неравномерно распространены по поверхности земли. Наибольшее богатство видов отмечено во флоре тропических стран, наименьшее – в аридных и тундровых зонах, в зонах бореальных хвойных лесов планеты. Например, флора Индонезии насчитывает около 45000 видов. Для сравнения приведем ниже следующие данные: в пустыне Сахара встречается около 1200 видов; во флоре Норвегии насчитывается около 2100 видов; во флоре Польши от 2200 до 3100 видов; на территории Антарктиды обнаружено всего лишь 2 вида.

Выше, опираясь на данные фундаментальных исследований в области ископаемой и современной флоры Земли, приводимых в трудах выдающихся отечественных ученых А.Н. Криштофовича (1957), А.Л. Тахтаджяна (1954, 1970, 1987) и др., мы попытались показать, как на протяжении сотен миллионов лет на планете происходил естественный процесс формирования и смены флор. Он сопровождался как появлением новых видов и более крупных систематических групп, так и их вымиранием. Однако, за последние 200 лет, из-за усиления антропогенного пресса на растительный мир, вызванного интенсификацией индустриализации и массовыми нарушениями в землепользовании, - растительный мир оказался под сильнейшей угрозой снижения разнообразия. Сегодня, как отмечает Хамдаллах Зедан (2002) исчезновение грозит 60 – 100 тысячам видов растений. По словам Зедана (является исполнительным секретарем Конвенции по биологическому разнообразию), в настоящее время уже достигнут кризисный момент, при котором растениям угрожает целый комплекс негативных факторов. Среди них: нерегулируемый сбор; нерациональное землепользование и лесоводство; урбанизация; загрязнение; распространение инвазионных видов и климатические изменения. В условиях кризиса,

когда строго необходимо остановить угрозу сокращения биоразнообразия растительного мира, по-прежнему в обществе продолжает дискутироваться вопрос «а нужно ли человечеству затрачивать усилия и огромные средства на сохранение биоразнообразия растений?». Это, безусловно, сложный вопрос, и хотя на него отвечают по-разному как отечественные, так и зарубежные ученые, все они чаще единодушны во мнении «сокращение биоразнообразия должно быть остановлено!». Так, на XVI Международном ботаническом конгрессе, проходившем в 1999 году в США, его президент, директор Миссурийского ботанического сада П. Ревин отметил, что если в ближайшие годы не принять действенных мер по сохранению разнообразия видов растений, то к середине XXI века для человечества будет потеряно до 2/3 от 330000 видов, произрастающих на Земле (Ревин, 2000, с.38-47). Ряд серьезных аргументов в обоснование необходимости сохранения всех видов растений, произрастающих ныне на планете, привел в своих работах крупнейший отечественный ученый биолог А.К. Скворцов (2000, с. 88-89). Он подчеркнул, что людям еще не известны полезные свойства всех видов растений, их пищевая и кормовая ценность, наличие различных биологически активных веществ, число которых все увеличивается и кажется беспредельным. Например, недавно открыто противорейкемическое действие препаратов из мадагаскарского кустарника – розового барвинка или катаранта и противоопухолевое действие препарата из коры и хвои калифорнийского тиса. У южноафриканского вида из семейства Сложноцветных – стевии (*Stevia rebaudiana*) обнаружен гликопротеид, который в 300 раз слаще сахара. Это растение уже начали вводить в культуру. Нет смысла приводить здесь другие примеры исключительной ценности дикорастущих видов растений, пока еще не используемых человечеством и даже не изученных в достаточной степени.

К настоящему времени доказано, что растения являются неотъемлемой частью мирового биологического разнообразия и основой благосостояния человечества. Во многом, осознанию этой непреложной истины и привлечению внимания граждан всех стран к проблемам сохранения и восстановления биоразнообразия растительного мира планеты содействовало принятие в Гааге 19 апреля 2002 года Глобальной Стратегии Сохранения Растений (ГССР). Следует подчеркнуть, что данный вариант Глобальной Стратегии был одобрен на 6-й Конференции сторон по Конвенции о биологическом разнообразии, т.е. спустя 10 лет после того, как 3-4 июля 1992 года в Рио-де-Жанейро на Конференции ООН по Окружающей среде и развитию была принята Конвенция о биологическом разнообразии (The Convention on Biological Diversity - CBD). Однако, за десятилетие, прошедшее со времени ратификации Конвенции представителями Европейского Союза (всего 153 государства), еще много стран примкнуло к этой

Конвенции, и был накоплен значительный опыт в области сохранения биоразнообразия растений. За это время, правда, сменились некоторые приоритеты, и были приняты многочисленные международные соглашения, например, Конвенция о международной торговле видами дикой флоры и фауны, находящимися под угрозой исчезновения. Глобальная стратегия сохранения растений, в отличие от этих документов, была строго ориентирована на достижение конкретных результатов в сравнительно короткий временной период, до 2010 года. В решении У1/9 Конференции сторон по Глобальной Стратегии Сохранения Растений (ГССР) подчеркивалось, что цель и задачи стратегии следует рассматривать лишь в качестве гибких рамок для разработки национальных и региональных задач по сохранению биоразнообразия растений, с учетом национальных приоритетов и потенциала стран и регионов. В данном решении У1/9 странам и правительствам предлагалось разрабатывать собственные планы, программы, инициативы и стратегии по сохранению биоразнообразия и обеспечению стабильного развития в собственных государствах. Поэтому оригинальный текст решения У1/9 по Глобальной Стратегии состоял из трех частей: рекомендаций, приложения и дополнений к приложению. Наиболее важной частью документа была его вторая половина – приложение. Оно содержало формулировку конечной и долгосрочной цели Глобальной стратегии, заключавшейся в том, чтобы остановить нынешний процесс непрерывного снижения разнообразия растений. Кроме того, в Приложении выделялся и ряд промежуточных целей: а/ понимание и документирование разнообразия растений; б/ сохранение разнообразия растений; с/ устойчивое использование разнообразия растений; д/ содействие просвещению в области разнообразия растений; е/ создание потенциала для сохранения разнообразия растений. Здесь же приводится теоретическое обоснование Стратегии, в котором основное внимание уделяется следующим аспектам: 1/ растения являются жизненно важной частью мирового разнообразия и главным ресурсом планеты, - они играют ключевую роль в поддержании экологического баланса планеты и стабильности экосистем, являются важнейшим компонентом среды обитания для животного мира Земли; 2/ в связи с сокращением биоразнообразия растений на планете перед всемирным сообществом встала наиболее серьезная проблема: остановить утрату биоразнообразия растений имеющих огромное значение для удовлетворения существующих и будущих потребностей человечества.

Основное внимание в Стратегии уделено сохранению высших растений и птеридофитов, а не группам низших растений. Следует подчеркнуть, что в Глобальной Стратегии (ГССР) как и в Конвенции (CBD) под биологическим разнообразием понимается внутривидовое разнообразие; видовое разнообразие; а также, разнообразие

экосистем. Соответственно в Стратегии как приоритетные направления исследований и образовательной деятельности выделяются следующие три:

- 1/ внутривидовое или генетическое разнообразие растений;
- 2/ видовое разнообразие, иногда именуемое таксономическим;
- 3/ разнообразие растительных сообществ и экосистем.

В рамках Глобальной Стратегии сохранения растений возможна разработка многих тематических программ и проектов, содействующих научным исследованиям и естественно научному образованию в области внутривидового разнообразия; экологической морфологии и анатомии видов; разнообразия экосистем и растительных сообществ. Принимая во внимание исключительную общественную значимость «Глобальной Стратегии» и каждой из ее 16 задач, четко сформулированных и касающихся самых актуальных областей исследовательской и образовательной деятельности в области сохранения биоразнообразия растений, - мы сочли необходимым полностью привести их содержание, с тем чтобы целенаправленно ориентировать будущих бакалавров и магистров экологов на те области и виды деятельности, которые, несомненно, имеют стратегическое значение. Конечно, предлагаемые ниже точные формулировки задач смогут обеспечить лишь основу, - необходимую при выборе направления исследований для курсовой и дипломной работы, или магистерской и кандидатской диссертаций. Однако они позволят сфокусировать внимание учащихся на актуальных проблемах; помогут более четко сформулировать цель и задачи исследования; облегчат составление конкретного плана работы, с учетом имеющихся научных и информационных материалов, касающихся условий, избранных объектов и методов исследования. Следует учесть, что приводимые ниже формулировки 16 задач Стратегии необходимо использовать лишь в качестве примеров при разработке задач собственных исследований, в первую очередь, учитывающих национальные и региональные проблемы сохранения биоразнообразия растений. Они отражены во многих документах, законодательных актах, положениях, действующих в России и на отдельных территориях страны, - ранее принятых правительством с целью сохранения генофонда лесных пород, редких и интенсивно истребляемых видов растений, растительных сообществ и экосистем. Итак, в рамках Глобальной Стратегии Сохранения Растений намечены следующие задачи:

- 1/ подготовка широко доступного рабочего перечня известных растений в качестве шага на пути к составлению полной описи мировой флоры;
- 2/ предварительная оценка положения дел с сохранением всех известных видов растений на международном, региональном и национальном уровнях;

- 3/ разработка моделей и процедур сохранения и устойчивого использования растений на основе научных исследований и практического опыта;
- 4/ эффективное сохранение, по крайней мере, 10% флоры каждого экологического региона мира;
- 5/ обеспечение охраны 50% наиболее ценных районов с точки зрения разнообразия растений;
- 6/ регулирование, по крайней мере, 30% производственных земель в соответствии с целями сохранения растений;
- 7/ сохранение *in situ* 60% существующих в мире видов, находящихся под угрозой исчезновения;
- 8/ сохранение в доступных коллекциях *ex situ*, предпочтительно в стране происхождения, 60% видов растений, находящихся под угрозой исчезновения, и включение 10% таких растений в программы по восстановлению и возобновлению видов;
- 9/ сохранение 70% генетического разнообразия сельскохозяйственных культур и других основных видов растений, имеющих социально экономическую ценность, а также поддержание связанных с ними знаний местных и коренных общин;
- 10/ разработка планов регулирования в отношении по крайней мере 100 основных чужеродных видов, которые угрожают растениям, растительным сообществам и соответствующим местообитаниям и экосистемам;
- 11/ ни один из видов дикой флоры не должен подвергаться опасности в связи с осуществлением международной торговли;
- 12/ получение 30% продуктов на растительной основе из источников, которые регулируются устойчивым образом;
- 13/ прекращение процесса истощения растительных ресурсов и утраты соответствующих знаний коренных общин, которые поддерживают устойчивые методы обеспечения средств к существованию, гарантируют здоровье людей и продовольственную обеспеченность на местном уровне;
- 14/ отражение в коммуникационных, учебных и просветительских программах важного значения, которое имеет разнообразие растений, а также отражение необходимости его сохранения;
- 15/ увеличение, с учетом национальных потребностей, числа специалистов, работающих в адекватно оснащенных службах, занимающихся вопросами сохранения растений в целях реализации задач настоящей Стратегии;
- 16/ создание или укрепление на национальном, региональном и международном уровнях сетей по осуществлению деятельности в области сохранения растений.

Решение всех 16 задач Глобальной Стратегии, безусловно, необходимо для достижения ее конечной и долгосрочной цели по остановке процесса сокращения разнообразия растений на Земле. Но обеспечить выполнение основной цели и 16 задач ГССР удастся лишь при условии принятия в каждом из регионов и стран мира, действенных мер по сохранению, восстановлению и постоянной поддержке устойчивого использования биологического разнообразия растений. Поэтому очень важно более подробно проанализировать основные условия, необходимые для сохранения разнообразия растений в отдельно взятом регионе. Этот анализ мы проведем ниже в Главе 4, на примере Уральского региона, с которым связана наша многолетняя профессиональная деятельность, как в области научных исследований, так и в сфере экологического образования и просвещения учащихся и населения.

ГЛАВА 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРОВЕДЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ НАБЛЮДЕНИЙ, ИССЛЕДОВАНИЙ И ТЕМАТИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ В ОБЛАСТИ ИЗУЧЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ РАЗНООБРАЗИЯ РАСТЕНИЙ.

4.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ПЛАНИРОВАНИЮ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ.

Любая исследовательская работа в области разнообразия растений должна планироваться и проводиться на основе собственных наблюдений учащихся (студентов 1 – 4 курсов, бакалавров и магистров) осуществляемых по одному из трех основных направлений: внутривидовом или популяционном; видовом или таксономическом; экосистемном или ценоотическом.

Первое направление предполагает изучение проявлений внутривидовой изменчивости фиксируемых одинаковым способом, желательно в одно и тоже время. Основная цель исследований на данном направлении состоит в выявлении и инвентаризации максимального разнообразия размерных и меристических (счетных) признаков одноименных органов и структур, представленных у каждой особи; у разных особей внутри одной популяции; или у выборки особей из разных популяций вида в пределах его ареала.

На этом направлении назрела необходимость объединения результатов исследований, полученных независимо друг от друга ботаниками, экологами, генетиками и демографами, с помощью как традиционных (главным образом морфологических), так и новейших методов исследований, в частности методов геносистематики и генофилетики. У растений к проявлениям внутривидового разнообразия, или внутривидовой изменчивости традиционно относят так называемые формы и категории (Мамаев, 1973, с.15). Среди них у растений наиболее глубоко изучены проявления эндогенной, половой, индивидуальной, хронографической (возрастной и сезонной), экологической и географической форм внутривидовой изменчивости; структурной, функциональной и качественной категорий. Ниже мы приведем примеры исследований, позволившие выявить в природных популяциях видов разные формы изменчивости применительно к структурным особенностям особей.

Второе направление исследований предполагает проведение регистрации видов растений, обитающих на территории отдельных физико-географических регионов; природных зон; административных округов; государств; целых континентов, и всей биосферы в целом. Основная цель исследований на данном направлении заключается в

детальной инвентаризации флор, а также в выявлении видов, нуждающихся в защите и сохранении путем интродукции, внесении в списки редких и исчезающих видов, включении в Красные Книги и т.п. Это огромный объем исследовательских работ, осуществляемый как на национальном, так и на межгосударственном уровнях. Он необходим для достижения к 2010 году конечной цели Глобальной стратегии сохранения растений (Решение У1/9, 2002), заключающейся в том: « чтобы остановить нынешний процесс непрерывного снижения разнообразия растений». Сделать более реальным достижение данной цели, особенно в отношении сохранения внутривидового и видового разнообразия растений, как на региональном, так и на национальном уровне, позволит целенаправленная подготовка всех групп учащихся к исследовательской и практической деятельности по охране растений, с применением современных методов и средств, в том числе, - виртуальных гербариев и фото-атласов определителей, позволяющих «узнавать в лицо» виды растений, и таким образом, быстро выявлять их таксономическую принадлежность.

Третье направление предполагает детальный учет и изучение разнообразия всех экосистем в пределах наземно-воздушной и водной сред обитания организмов. Основная цель исследований на данном направлении состоит в выявлении разнообразия фитоценозов суши, в том числе в обнаружении редких и исчезающих фитоценозов, встречающихся в различных климатических и растительных зонах Земли. Например, в зоне арктических тундр; в зонах бореальных хвойных и летнезеленых лиственных лесов; в зонах степей, лесостепей, полупустынь и пустынь; в высокогорьях и т.п. До настоящего времени не проведено детальное обследование разнообразия фитоценозов даже на Урале – относительно центральном и одном из самых крупных промышленных регионов России. Совсем недавно в мировой науке, появились так называемые «Зеленые Книги», - специальные издания, содержащие перечни и краткое описание редких и исчезающих фитоценозов. Поэтому среди задач, сформулированных в Глобальной стратегии сохранения растений, подчеркивается необходимость содействия проведению исследований в области разнообразия растительных сообществ, экосистем и связанных с ними местообитаний.

Для успешного проведения наблюдений и исследований целесообразно учитывать следующие моменты. Все три вышеперечисленные направления исследований в области изучения и сохранения разнообразия растений могут быть использованы на начальном этапе как своеобразные рамки, в которых следует обозначить общую идею, подлежащую разрешению. На основе этой идеи необходимо охарактеризовать имеющуюся в настоящий период проблему, привести краткое объяснение ее актуальности, обозначить цель и

сформулировать конкретные задачи, решение которых обеспечит достижение конечной цели. Прежде чем осуществлять общее планирование работы, необходимо найти в природе и охарактеризовать сам объект, подлежащий изучению. Если избрано первое направление исследований, то в качестве объектов целесообразно выбирать одноименные органы и признаки внутри особи у группы одновозрастных индивидуумов одного вида. Совсем не безразлично, особи какого вида выбраны для изучения и инвентаризации внутривидового разнообразия, даже если изучаются не отдельные органы особей, а элементы органа внутри одной особи (не следует забывать, что растения являются модулярными организмами). До начала исследований необходимо также определиться с методами и оборудованием, которыми Вы планируете пользоваться.

Наши многолетние исследования показали, что наиболее детальный и полный учет проявлений внутривидовой изменчивости или разнообразия цветков и соцветий покрытосеменных удастся производить лишь в период массового цветения генеративных особей любого вида. Поэтому при выборе объектов, сразу принимается решение о том, когда и на какой территории будут проводиться наблюдения и необходимые измерения. Для объективной оценки условий и технического обоснования каждого из этапов планируемого исследования необходимо сначала провести экскурсию на место наблюдений; отметить не менее 10 (до 100) одновозрастных экземпляров растений, произрастающих в одинаковых условиях обитания. После экскурсии возможно в камеральных условиях завершить общее планирование предстоящей исследовательской работы. Для этого следует составить перечень всех признаков (например, длина междоузлия, ширина листовой пластинки, количество цветков в соцветии, и т.д.), подлежащих измерению и подсчету. Далее, после предварительного обсуждения плана действий, надо собрать необходимое оборудование (линейка, циркуль-измеритель, лупа, тетрадь) и заготовить шаблоны таблиц для занесения фактических данных, полученных в ходе исследований. Например, в таблицу заносятся результаты измерений и подсчетов метамеров генеративных и/или вегетативных органов изучаемых объектов. В процессе дальнейших наблюдений могут возникнуть новые вопросы. Поэтому всегда приходится корректировать план действий, уточняя и дополняя его новыми деталями.

Нами апробировано большое разнообразие подходов и методов для осуществления мониторинга за проведением учащимися наблюдений, в соответствии с утвержденным ранее планом действий. Это, например, проверка дневниковых записей, просмотр виртуальных гербариев, оцифрованных фотографий, зарисовок в альбомах, кратких заметок, данных в таблицах. После проверки материалов наблюдений следует закономерный переход к реализации второго этапа работ – анализу и оценке результатов

наблюдений и исследований. К этому этапу у студентов уже собрано много фактов, на основе которых складываются промежуточные и окончательные выводы. После обсуждения выводов с преподавателем, возможен дальнейший переход участников исследований к третьему этапу – письменному изложению результатов собственных исследований, включающему краткую характеристику условий и методов работы; теоретическое обоснование идеи, проблемы, темы и описание объекта/тов исследования; анализ фактического материала, полученного в ходе собственных исследований; выводы и указания на литературные источники. Кроме того, желательно, чтобы изложенные факты были проиллюстрированы фотографиями и рисунками, подтверждающими выводы работы.

Полезной финишной позицией, или завершающим этапом исследований является научная конференция, на которой учащиеся могут представить на рассмотрение всей группы собственные материалы и тематические проекты. Особенно выигрышно смотрится сегодня компьютерная презентация полученных данных. Такая поэтапная или пошаговая организация исследовательской деятельности студентов наиболее эффективна. Она способствует развитию исследовательских навыков у студентов, ведущих самостоятельный поиск и отбор научной информации из большого количества литературных источников, в дальнейшем взвешивающих эту информацию и принимающих решения в процессе целенаправленно проводимых исследований.

В качестве наиболее эффективного и реализуемого в ВУЗах тематического подхода, позволяющего сфокусировать внимание учащихся на необходимости изучения и сохранения разнообразия растений, можно отметить организацию исследовательской деятельности по двум направлениям – изучению внутривидового и видового разнообразия.

4.2. ПРИМЕРЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ С ЦЕЛЬЮ ИЗУЧЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ РАСТЕНИЙ.

К настоящему периоду анатомами, морфологами и систематиками описаны многочисленные примеры внутривидового разнообразия дикорастущих и выращиваемых в условиях культуры растений. Так, например, благодаря тщательному морфологическому анализу у большого числа видов дикорастущих трав, кустарничков, кустарников и деревьев, в пределах популяций, описано множество вариаций, проявляющихся у особей в строении генеративных и вегетативных органов и их элементов. Эти вариации ученые рассматривают, то как проявления внутривидовой изменчивости (Мамаев, 1973; Таршис

Г.И., 1981; Таршис Л.Г., 2005; и др.), то как структурную поливариантность, наиболее детально исследованную и характеризуемую Л.А. Жуковой и ее учениками (1986, 1999, 2001, 2004, и др.). Несмотря на различия в терминах, используемых в популяционной морфологии и внутривидовой систематике, для обозначения структурной variability особей растений, принадлежащих к одному и тому же виду, и именуемых, то внутривидовой изменчивостью, то внутривидовым разнообразием (поливариантностью), - методы изучения этого сложного явления одинаковы. Прежде всего, это метод наблюдений за особями как в пределах одной, так и разных ценопопуляций вида. Далее, - это метод измерения вегетативных и генеративных органов и их элементов (корней, клубней, побегов, листьев, соцветий, цветков, лепестков, тычинок и т.д.). И наконец, это методы фотографирования, зарисовки или сканирования живых растений, сопровождаемые детальным морфологическим описанием. Всегда исследования направленные на выявление внутривидового разнообразия растений сопряжены с проведением множества измерений и подсчетов, выполняемых на одноименных органах одновозрастных особей, обитающих в пределах популяций вида. Только такие исследования обеспечивают получение выборок, достаточных для применения методов математической статистики, позволяющих объективно оценивать диапазон варьирования и степень разнообразия отдельных органов и признаков растений. Кроме того, массовые измерения и сбор данных в разных популяциях вида позволяют учитывать частоту встречаемости особей с различными структурными вариациями, выраженными в разной степени в отдельных популяциях, расположенных в различных частях территории, занимаемой ареалом того или иного вида.

Разнообразие тем и вопросов, подходящих для выполнения учащимися самостоятельных исследовательских работ в области биоразнообразия растений очень велико. Велико и число видов растений, изучая разнообразие которых студенты могут приобрести необходимые исследовательские навыки.

Приводимые ниже примеры исследовательских работ многократно апробировались нами на полевых практиках по ботанике и экологии растений. Они включены в 1 серию учебно-исследовательских работ.

Самыми простыми и наглядными среди них являются работы, позволяющие анализировать проявления внутривидовой изменчивости цветков и их отдельных элементов. Следует подчеркнуть, что наибольшее разнообразие и максимальное варьирование количества метамеров в цветках отмечено нами (Таршис Л.Г., 1997) у представителей таких семейств, как Лютиковые (*Ranunculaceae* A.L. de Jussieu) и Розоцветные (*Rosaceae* A.L. de Jussieu). Например, у лапчатки гусиной (*Potentilla anserine*

Л.) в популяциях на Среднем Урале нами обнаружено наличие цветков с 3,4,5,6,7 и 8 лепестками, и 8,9,10,11,12,13 и 14 чашелистиками. Варьирование количества тычинок у этого вида также выражено в значительных пределах: от 12 до 27.

У лапчатки прямостоячей (*Potentilla erecta* L.) варьирование всех признаков, как правило, менее значительно, по сравнению с лапчаткой гусиной (Табл. 1).

**Работа № 1. Сравнительное исследование разнообразия цветков у видов из рода
Лапчатка (*Potentilla* L.).**

Таблица 1.

Разнообразие цветков лапчатки гусиной и прямостоячей на Среднем Урале

Вид	Диаметр цветка, в см		Количество лепестков		Ширина лепестка, в см		Количество чашелистиков	
	лимиты	CV%	лимиты	CV%	лимиты	CV%	лимиты	CV%
Лапчатка гусиная	1,0-2,3	18,8	3-8	16,9	0,4-1	19,9	8-11	6,0
Лапчатка прямо- стоячая	0,9-1,6	10,7	4-6	9,9	0,2-0,7	19,9	7-10	7,4

При проведении в природных популяциях исследований в области разнообразия цветков у любого вида, например у гусиной лапки (*Potentilla anserina* L.) собирают по одному распутившемуся цветку со 100 генеративных особей вида. В каждом цветке подсчитывают количество метамеров: лепестков, чашелистиков и тычинок. Затем измеряют диаметр цветка, длину и ширину лепестка, - заносят все данные в таблицу. После чего подсчитывают отдельно арифметическую сумму каждого показателя, затем вычисляют среднее арифметическое ($M_{cp.}$) каждого показателя; амплитуду (A) между максимальным и минимальным значением признака, по формуле $A = \max - \min$. Далее по формулам рассчитывают такие показатели, как m – среднеквадратическую ошибку; σ – среднеквадратическое отклонение и CV% - коэффициент вариации, по формуле:

$$CV\% = \frac{\sigma}{M_{cp.}} \times 100$$

$$M_{cp.}$$

Все показатели также заносятся в таблицу, так как это показано выше в Таблице 1. После этого проводится анализ полученных результатов измерений и подсчетов. Далее формулируются выводы исследований. Для того, чтобы четче отразить в выводах закономерности внутривидовой изменчивости или разнообразия каждого признака (органа) удобно использовать приводимую ниже шкалу уровней изменчивости признаков, составленную С.А. Мамаевым (1973) на примере голосеменных, и далее многократно апробированную другими учеными на дикорастущих видах покрытосеменных растений.

Таблица 2.

Шкала уровней изменчивости коэффициента вариации признаков (CV%)

Коэффициент вариаций признака	Уровень изменчивости
До 7	1 очень низкий
7-15	II низкий
16-25	III средний
26-35	IV повышенный
36-50	V высокий
51 и выше	VI очень высокий

Целесообразно сопровождать каждую исследовательскую работу иллюстративным материалом: фотографиями, виртуальным гербарием, схемами или рисунками, - на которых было бы четко отражено разнообразие органов, в частности цветков, встречаемых в природных популяциях видов.

Следует отметить, что в природе разнообразие или внутривидовая изменчивость цветков может быть выражена не только в варьировании количества и размеров их элементов, например лепестков, но также и в их окраске, и даже в наличии различных рисунков на лепестках. Наиболее ярко такое разнообразие цветков на Урале выражено, по нашим наблюдениям, у гвоздики разноцветной (*Dianthus versicolor* L.).

Работа № 2. Изучение разнообразия одиночных цветков на примере гвоздики разноцветной (*Dianthus versicolor* L.).

Для объективного анализа разнообразия цветков, изучаемых у 100 особей данного вида, следует помнить, что исследование всех цветков необходимо проводить непосредственно на растениях, не обрывая их и не повреждая растения, нуждающиеся в охране. В природе у генеративных особей гвоздики разноцветной распускаются крупные цветки с венчиком различных оттенков – от розового, до ярко-малинового. У цветков гвоздики в ценопопуляциях форма лепестков варьирует от узких, с почти цельным краем до широких, с пильчатым или зубчатым краем. Рисунок на лепестках также варьирует в значительных пределах. Он может быть в виде слабовыраженных полос бледно-розового цвета, мелких и крупных ярко-розовых точек, ярко-розовых и малиновых кругов (Рис. 4). Наиболее часто встречаются различные по форме цветки, диаметром от 2,2 до 3,6 см. Количество лепестков в цветке варьирует от 4 до 10, их длина от 1,7 до 3,8 см, количество тычинок от 0 до 20, а длина последних от 0,4 до 2,2 см. Варьируют даже длина пестика (от 0,9 до 2,2 см) и количество рылец пестика – от 1 до 3. На растениях измеряют только распутившиеся полностью цветки, у которых подсчитывают количество лепестков и зубцов у лепестков. Полученные данные заносят в таблицу.

Таблица 3.

Индивидуальная изменчивость цветков гвоздики разноцветной (Dianthus versicolor L.)

№ п/п	Количество лепестков	Количество зубцов на лепестках	Форма цветка
1. 100.			
M+m			
CV%			

В графе «форма цветка» зарисовывают каждый цветок из 100 изучаемых, отмечая при этом, своеобразный рисунок, имеющийся на лепестках. Затем проводят подсчеты, и результаты также заносят в таблицу. Следует отметить, что в условиях культуры в ботаническом саду Уральского государственного университета у данного вида не выражена вариабельность цветков. Они все одинаково окрашены в светло-малиновый цвет и не имеют рисунков на лепестках, подобных тем, что обнаружены нами в природных популяциях вида.

Как известно, у покрытосеменных растений цветки могут быть не только одиночными, но и собранными в разнообразные, - простые и сложные соцветия. Такие, например, как кисть, щиток, колос, зонтик, корзинка, головка, початок, завиток, извилина, метелка, дихазий, и другие. Причем, как отдельные цветки в соцветиях, так и целые соцветия, отличаются значительным разнообразием размеров, а также количеством отдельных элементов цветков. Чтобы исследовать разнообразие или внутривидовую изменчивость соцветий и собранных в соцветия цветков удобнее проанализировать их на примере такого соцветия как корзинка, и лучше у сорных видов, например, у василька шероховатого (*Centaurea scabiosa* L.) или василька синего (*Centaurea cyanus* L.).

Работа № 3. Изучение разнообразия соцветий (корзинок) и собранных в соцветия цветков

При проведении данной работы необходимо в период массового цветения исследуемых видов собрать по 100 (можно по 10) соцветий. Затем измерить каждое (обязательно распустившееся) соцветие по диаметру и высоте обертки. После чего каждую корзинку последовательно разобрать на отдельные цветки и разложить их рядами. Затем подсчитать количество цветков, как краевых – воронковидных, так и трубчатых, находящихся в центре каждого соцветия. Далее измерить длину цветков и подсчитать количество зубцов у воронковидных цветков. Произвести все необходимые расчеты стандартных показателей и определить коэффициент вариации каждого признака (CV%). Полученные данные занести в таблицу.

Таблица 4.

Разнообразие соцветий и цветков васильков шероховатого и синего
(*Centaurea scabiosa L.* и *C. cyanus L.*)

Признаки и показатели	Василек шероховатый	Василек синий
Диаметр соцветия, см Лимиты $M \pm m$ CV%		
Высота обертки, см Лимиты $M \pm m$ CV%		
Количество трубчатых цветков Лимиты $M \pm m$ CV%		
Количество краевых воронковидных цветков Лимиты $M \pm m$ CV%		
Количество зубцов у воронковидных цветков Лимиты $M \pm m$ CV%		

Сравнение коэффициентов вариации у различных признаков соцветий и цветков, собранных в соцветия, свидетельствует о широких пределах варьирования как тех, так и других. Следует подчеркнуть, что сравнение внутривидового разнообразия отдельных метамеров соцветий, например воронковидных цветков у двух видов васильков (Рис. 5), подтверждает наличие у близкородственных дикорастущих видов параллельных или гомологических рядов изменчивости, еще в 20-е годы XX века обнаруженных Н.И. Вавиловым у злаков.

Подобное проявление внутривидовой изменчивости и наличие гомологических рядов в изменчивости цветков было обнаружено нами также у представителей подсемейства Грушанковые (Ruguloideae) на обширной территории Урала (Табл. 5, Рис. 6).

Таблица 5.

Индивидуальная изменчивость цветков грушанковых на Среднем Урале

Признаки	<i>Pyrola rotundifolia</i>	<i>Moneses uniflora</i>	<i>Orthilia secunda</i>	<i>Chimaphila umbellata</i>
<i>Диаметр цветка</i>	11,4	11,2	15,0	13,9
<i>Длина пестика</i>	12,9	9,6	15,0	10,0
<i>Количество лепестков</i>	4,2	8,8	9,2	4,3
<i>Количество чашелистиков</i>	4,2	9,0	9,2	4,3
<i>Количество тычинок</i>	6,4	9,1	6,8	4,4

Эти факты подтверждают наследственный характер внутривидовой изменчивости цветков и их отдельных элементов.

В качестве объектов исследовательских работ могут быть выбраны не только соцветия и цветки дикорастущих видов, но также разнообразные плоды и семена покрытосеменных (цветковых) растений. В настоящее время в связи с тем, что во многих странах наблюдается быстрое сокращение площадей естественных ягодников и снижение их продуктивности, вызванное усилением эксплуатации лесных ресурсов и другими причинами, возникла необходимость введения в культуру дикорастущих ягодных растений. Для этого, по нашему мнению, целесообразно, наряду с изучением экологии ягодных растений, исследовать внутривидовую изменчивость их плодов, что позволило бы выделить в природе самые полиморфные ценопопуляции, которые можно было бы использовать в селекционных целях для отбора саженцев и семян, служащих для закладки новых плантаций и реинтродукции естественных ягодников. Поэтому, для студентов экологов, мы разработали в качестве примеров, две исследовательские работы, которые можно проводить во время полевой практики, в природных ценопопуляциях земляники лесной (*Fragaria vesca* L.) и черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus* L.). Дикорастущие ягодники этих видов широко распространены на территории Урала – крупнейшего промышленного региона России. Ниже даны методические рекомендации к двум работам, выполняем по одной теме, но с разными объектами.

Работа № 4. Инвентаризация разнообразия формы и величины ягод земляники лесной (*Fragaria vesca* L.) в двух ценопопуляциях вида на Среднем Урале

Для выполнения работы необходимо выбрать две ценопопуляции земляники лесной. Одна из них, должна быть расположена вблизи крупного промышленного центра, например, около города Екатеринбурга (ж/д станция Палкино, пригородный район, 15 км

от города), а другая – в отдалении от него. Таким образом, вторая ценопопуляция, выбранная нами для проведения сравнительных исследований, была расположена в сосновом лесу на территории Сысертского района Свердловской области (деревня Бобровка, в 50 км от Екатеринбурга).

Измерение длины и ширины ягод, а также зарисовку их формы проводили у 100 особей вида в каждой ценопопуляции. Затем собранные ягоды взвешивали и определяли вес 100 ягод. Данные измерений представлены в таблице 6.

Таблица 6.

Размеры ягод земляники лесной в двух ценопопуляциях вида на Среднем Урале

ценопопуляция	Средняя длина ягоды, см	Средняя ширина ягоды, см	Вес 100 ягод в гр.
Бобровская	1,05	0,90	36
Палкинская	0,71	0,67	23

Данные таблицы 6 и ниже расположенного рисунка 7, убедительно свидетельствуют о том, что в ценопопуляции земляники лесной, отдаленной от города, сохраняется значительно большее разнообразие форм ягод (шаровидная, ромбическая и коническая), чем в пригородной зоне, где встречаются только мелкие ягоды шаровидной формы.

Думая о перспективах развития этих двух ценопопуляций земляники, следует помнить, что в природе особи вида размножаются как вегетативно (с помощью усов), так и семенами.

Горожане активнее посещают Палкинскую ценопопуляцию земляники, так как она расположена вблизи города. Они ежегодно собирают наиболее крупные ягоды, оставляя все меньше и меньше ягод (семян) для репродуктивного восстановления ценопопуляции. Поэтому перспективы развития у такой ценопопуляции невелики, по сравнению с Бобровской ценопопуляцией, более удаленной от города.

Работа № 5. Инвентаризация разнообразия формы и величины ягод черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus L.*), в двух ценопопуляциях вида на Среднем Урале

Как и в предыдущей работе следует выбрать для сравнительного исследования две природные ценопопуляции черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus L.*). Сделать это не трудно, поскольку черника весьма широко распространена в лесах Урала. Вид встречается в хвойных (еловых, сосновых и т.д.); в мелколиственных (березовых); и в смешанных лесах.

Черника – это кустарничек с высотой побегов до 40 см, гладкими светло-зелеными стеблями (стволиками) и опадающими осенью небольшими зелеными листочками. Под землей у растения развиваются тонкие многолетние корневища, несущие мелкие

проволокovidные ветвящиеся корешки. Длительность жизни куртин черники, разрастающихся за счет ветвления корневищ и отрастания на них надземных побегов (партикул), иногда достигает нескольких сотен лет. Одиночные цветки черники формируются при основании молодых веточек. Они имеют шаровидные розовые венчики и небольшие зеленые чашечки. В каждом цветке расположен 1 пестик с нижней завязью, и 8-10 тычинок. Черника цветет в мае – июне, а плодоносит в июле – августе. Ее ягоды, как и ягоды земляники, разнообразны по форме (шаровидные, яйцевидные, цилиндрические). Они отличаются и по размерам, и по окраске (черные, сизые, темно-синие) (Рис. 8). На размеры ягод черники значительное влияние оказывают как абиотические, так и антропогенные факторы. Ниже, в таблице 7, приведены количественные показатели ягод черники.

Таблица 7.

Размеры и вес ягод черники обыкновенной в двух ценопопуляциях на Среднем Урале

ценопопуляция	Средняя длина ягоды, см	Средняя ширина ягоды, см	Вес 100 ягод в граммах
Бобровская	0,89	0,97	35
Палкинская	0,68	0,75	27

На ниже находящемся рисунке показано многообразие форм плодов черники обыкновенной в ценопопуляциях вида, расположенных в хвойных фитоценозах, недалеко от деревни Бобровка, и в окрестностях железнодорожной станции Палкино.

Следовательно, в ценопопуляции черники обыкновенной, расположенной на значительном удалении (50 км) от города, точно также, как и у земляники лесной из Бобровской ценопопуляции, обнаруживается значительно большее разнообразие ягод, чем в пригородных (Палкинских) ценопопуляциях видов. Сделать вывод о причинах сокращения разнообразия формы и величины ягод у дикорастущих ягодников в пригородной зоне мегаполиса по-видимому сможет любой начинающий исследователь.

Кроме того, после выполнения аналогичных исследований на этих и других дикорастущих видах было бы целесообразно осуществить прогноз, наметить приоритеты и первоочередные действия по восстановлению разнообразия ягодников в пригородных ценопопуляциях растений.

В следующую, вторую группу работ мы включили более сложные исследования в области изучения и сохранения видового или таксономического разнообразия растений. Выполнение этих работ предполагает наличие у студентов необходимых теоретических знаний по морфологии и систематике растений, а также развитие у студентов элементарных практических навыков по определению и выращиванию растений.

Фактически на протяжении двух лет обучения по естественнонаучным специальностям студенты педвузов во время полевых практик приобретают навыки по определению растений. Они способны определять растения, т.е. при помощи таблиц и ключей устанавливать точные родовые и видовые названия, а также идентифицировать семейственную принадлежность каждого найденного в природе растения. Выполняя работы, связанные с определением таксономической принадлежности растений, ботаники всегда используют те определители, которые составлены специалистами для ограниченной территории или региона, в котором предстоит проводить флористические исследования. Так, например, все района Свердловской области охватывает Определитель сосудистых растений Среднего Урала (П.Л. Горчаковский, Е.А. Шурова, М.С. Князев, и др. –М.: Наука, 1994). Однако, для характеристики флоры нарушенных промышленностью земель Урала, целесообразно дополнительно к данному определителю привлекать специальные издания, например такие, как учебное пособие, составленное Т.С. Чибрик, Н.В. Лукиной и М.А. Глазыриной (-Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2004).

Следует подчеркнуть, что при определении растений студенты всегда должны руководствоваться рядом известных в ботанике правил: 1/ внимательно рассмотреть внешнее строение всех органов растения, желательного находящегося в состоянии цветения или спороношения; 2/ выделить у определяемого растения характерные морфологические признаки; 3/ последовательно прочесть и отобрать соответствующие краткие диагнозы растений, содержащиеся в дихотомических таблицах (ключах) определителя и следующие друг за другом парами в виде «тезы» и «антитезы». Этот процесс подобен постепенному продвижению по ступенькам лестницы, вплоть до встречи с точным описанием вида, полностью соответствующим внешним признакам определяемого растения. Далее следует правило, заключающееся в правильном переписывании из определителя во флористическую тетрадь русского и латинского названий растения, состоящих согласно правилам международной номенклатуры из двух наименований – родового и видового. Например, клевер луговой – *Trifolium pratense* L. Такой способ наименования каждого растения, называемый бинарной номенклатурой, был введен еще Карлом Линнеем (1707-1778).

Чтобы иметь полное представление о видовом или таксономическом разнообразии своего региона, каждому студенту – экологу рекомендуется уже в годы обучения в ВУЗе начинать составлять собственную флористическую тетрадь. В такой тетради список видов растений должен располагаться по строгим правилам. Так, за основу расположения семейств цветковых растений следует принять филогенетическую систему Магнолиофитов А.Л. Тахтаджяна (1987). Названия видов следует приводить согласно

сводке С.К. Черепанова (1995). Для оформления флористической тетради лучше всего использовать общую тетрадь или конторскую книгу, в которой следует выделить страницы, во-первых, для перечня полного списка семейств с указанием страниц, на которых виды из этих семейств описаны; во-вторых, для указателя обозначений биоморф или значков, характеризующих продолжительность жизни видов. Кроме того, для ускорения процесса определения, целесообразно использовать для сличения найденных образцов их виртуальные или фото изображения. Можно также обратиться к гербарным экземплярам видов, находящимся в научных хранилищах, например в гербарии ИЭРиЖ УрО РАН.

Работа № 6. Инвентаризация видового состава растений, обитающих на объектах горнодобывающей или перерабатывающей промышленности.

План работы (примерный):

1. Физико-географическая характеристика района исследований;
2. Характеристика техногенного объекта;
3. Флористический список сосудистых растений, произрастающих на нарушенной территории (в условиях золо- или гидроотвалов, в карьерах, и т.п.);
4. Заключение;
5. Приложение.

В основу, как этой исследовательской работы, так и ей аналогичных работ, положены представления о парциальных флорах, определяемых Б.А. Юрцевым (1975) как «полная совокупность видов растений любого экологически и флористически своеобразного подразделения ландшафта». Следует отметить, что в качестве наглядного сопровождения фактического материала, морфологического описания видов и результатов измерений параметров отдельных органов во всех флористических исследовательских работах целесообразно использовать фотографические или компьютерные изображения видов растений, выполненные с помощью цифрового фотоаппарата или сканера. Наличие таких материалов позволят создавать интернет – сопровождение работы.

Работа № 7. Биоэкологический анализ парциальной флоры техногенных ландшафтов.

При выполнении исследовательских работ № 7, 8 и 9 следует руководствоваться методическими указаниями, приводимыми ниже.

Анализ флоры любого техногенного ландшафта всегда сопровождается рядом обязательных показателей или характеристик. Основными среди них являются показатели численности видов, родов и семейств высших растений. Причем, по мнению А.И. Толмачева (1974), при анализе структуры флоры, особое внимание следует уделять 10

ведущим семействам, наличие представителей которых фактически отражает как комплекс почвенно-климатических факторов, так историю и современное состояние флоры, испытывающей антропогенное влияние. Несомненно, полезным является, например, сравнение систематической структуры флоры золоотвалов ТЭЦ или промышленных отвалов с естественной флорой той же ландшафтно-климатической области. Интерес представляет и порядок расположения ведущих семейств в спектрах сравниваемых флор. Например, по данным Т.С. Чибрик и др. (2004, с.57), во флоре золоотвала Богословской ТЭЦ, спустя 27 лет после консервации отвала, выявлено 107 видов сосудистых растений, принадлежащих к 72 родам и 25 семействам. Из них, 83 вида (т.е. 77,6% от всего видового состава) входит в состав 10 ведущих семейств, характерных для флоры северных территорий бореальной области, - что свидетельствует об экстремальных условиях существования флоры данного золоотвала. Ниже приводится список семейств, причем сначала располагаются семейства представленные большим количеством видов:

1. Asteraceae (19);
2. Poaceae (16);
3. Cyperaceae (13);
4. Fabaceae (9);
5. Salicaceae (8);
6. Rosaceae (5);
7. Scrophulariaceae (4);
8. Pinaceae (3);
9. Chenopodiaceae (3);
10. Juncaceae (3).

Сравнение порядка расположения семейств во флоре золоотвала и в естественной флоре бореальной зоны позволяет отметить некоторые различия между ними, свидетельствующие о своеобразии экологических условий существования растений на золоотвале. Кроме того, показательным для характеристики парциальной флоры золоотвала или иного техногенного объекта, могут служить различия по продолжительности жизни видов, по соотношению биоморф, и по разнообразию экологических групп растений. Так, например, во флоре золоотвала БТЭЦ, по данным Т.С. Чибрик и др. (2004, с.57), преобладают многолетние виды, составляющие 87% от численности всех видов. В этой флоре большая часть растений (54,2%) является мезофитами, и только 15,9% составляют гигрофиты.

Биоморфологический анализ флоры техногенных объектов может базироваться на различных классификациях жизненных форм растений, широко используемых в отечественных и зарубежных флористических исследованиях. Довольно часто ботаники прибегают к использованию категорий или типов из биологической классификации растений К. Раункиера, выделявшего фанерофиты, хамефиты, гемикриптофиты, криптофиты и терофиты. При составлении биологических спектров жизненных форм, отражающих экологические особенности обитания видов в пределах региона или техногенного ландшафта, чаще используется эколого-морфологическая классификация растений, детально разработанная И.Г. Серебряковым (1964) и Т.И. Серебряковой (1972). Эта классификация основана на различиях в продолжительности жизни растений и длительности жизни их побеговых систем. В качестве дополнительных признаков учитываются также: направление роста, способность к вегетативному размножению и структурные особенности подземных и надземных органов. В данном учебном пособии нет смысла подробнее останавливаться на этой и других многочисленных классификациях жизненных форм растений, разработанных в ботанике для различных целей, - поскольку эти сведения приведены во многих научных монографиях и учебниках по ботанике (И.Г. Серебряков, 1962; А.Е. Васильев, Н.С. Воронин, А.Г. Еленевский, Т.И. Серебрякова, 1988; и др.). Здесь же следует лишь отметить, что зачастую при биоморфологическом анализе структуры парциальной флоры бывает достаточно для оценки соотношения биоморф использовать самую простую классификацию жизненных форм растений, составленную еще Теофрастом (Теофраст, 1951). Так, например, в структуре флоры золоотвала БТЭЦ представлены, по данным Т.С. Чибрик и др. (2004, с.58) древесные (14,9%) и травянистые (85,1%) виды. Среди древесных растений – деревья составляют 5,6%; кустарники – 8,4%; кустарнички – 0,9%. Среди травянистых растений – многолетние травы насчитывают 72%, а однолетники и двулетники - всего 13,1%. Такой анализ структуры флоры золоотвала позволяет объективно характеризовать процесс развития флоры, сформировавшейся за 27 лет в результате самозаращения зольного субстрата, который по выражению Т.С. Чибрик «не имеет аналогов в природе». Зольный субстрат изначально стерилен, - он не содержит ни семян, ни спор сосудистых растений. Фактически все 107 видов растений, освоивших территорию золоотвала, за 27-летний период мигрировали из соседнего с Богословской ТЭЦ лесного массива и с прочих соседних участков естественной растительности.

Подобные исследования, включающие детальный анализ парциальной флоры, сформировавшейся на любом техногенном субстрате, должны предшествовать выполнению различных исследовательских работ, связанных с проведением биологической рекультивации земель. Так, целая серия работ, аналогичных работе №8,

может быть проведена с целью подбора ассортимента видов высших растений, способных нормально расти и развиваться на субстратах золоотвалов тепловых электростанций, на промышленных отвалах, образованных при добыче угля, железных руд, руд цветных металлов и т.д. Как известно, к настоящему периоду биологическая рекультивация техногенных ландшафтов стала одним из важнейших научных направлений ботаники. Очень много сложных проблем приходится решать в связи с биологической рекультивацией. Как верно определили Л.В. Моторина и В.А. Овчинников (1975) «рекультивация земель – это комплекс различных работ (инженерных, горнотехнических, мелиоративных, сельскохозяйственных, лесохозяйственных и др.) направленных на восстановление продуктивности нарушенных промышленностью территорий, и возвращение их в разные виды использования» (приведено по Т.С. Чибрик, 2002, с.18).

Работа № 8. Биологическая рекультивация золоотвалов тепловых электростанций.

Данная исследовательская работа должна выполняться в 2 этапа. На 1 этапе необходимо провести улучшение свойств субстрата для последующего выращивания растений, а на 2 этапе нужно произвести посев семян растений на золоотвал. Как известно, для преодоления неблагоприятных условий роста растений на золоотвале, специалистами разработано три способа улучшения свойств субстратов. Так, по данным Т.С. Чибрик (2002, с.131) на Урале рекомендуются следующие способы улучшения свойств субстрата золоотвалов тепловых электростанций:

1/ За 5-10 дней до посева семян на золу необходимо внести полное минеральное удобрение из расчета от 20 до 60 кг на 1 гектар действующего начала азотных, фосфорных и калийных удобрений. Следует отметить, что в большом дефиците на золоотвале, как правило, бывает азот. Поэтому ежегодно весной рекомендуется проводить дополнительную подкормку растений азотными удобрениями.

2/ На поверхность золоотвала, после внесения удобрений, нужно нанести слой почвы (10-20 см), торфа, или потенциально плодородного грунта (четвертичные суглинки).

3/ Сразу после покрытия золоотвала слоем почвы необходимо провести сплошной посев семян травянистых растений.

Собственно исследовательская часть работы может состоять из посева отдельных видов или различных смесей семян дикорастущих трав, собираемых в естественных фитоценозах: на лугу, на лесной поляне, на болоте, или в лесу, расположенном вблизи золоотвала. Целью такой исследовательской работы является сравнительный анализ темпов роста и развития различных видов трав на золоотвале. Подобные исследования позволяют выбирать наиболее удачные составы смеси семян трав из различных семейств,

например бобовых и злаковых; а также, они помогают определять оптимальные нормы высева на золоотвалах, для создания устойчивого растительного покрова санитарно-гигиенического или декоративно-озеленительного назначения. В эксперименте, возможно, проводить проверку множества интересных вопросов. В частности, целесообразно проверить эффективность периодического многоразового полива посевов семян на золоотвалах. Важно сравнить нормы высева семян различных видов многолетних трав, предварительно определив, семена каких видов лучше прорастают на золе, а какие хуже. Любопытно было бы проверить целесообразность единовременной посадки на золе рассады многолетних трав, кустарников и деревьев, с последующим посевом смеси трав в эксперименте. Кроме того, необходимы регулярные наблюдения за посадками и посевами многолетних видов, которые целесообразно сопровождать систематическим фотографированием растений, - от момента появления всходов и начала развития саженцев до последующих возрастных этапов, - с тем, чтобы, регистрировать весь процесс зарастания отвалов, и иметь возможность объективно оценивать эффективность рекультивационных мероприятий, являющихся сегодня, одним из путей оптимизации окружающей среды с помощью растений. Однако, в настоящий период, самым эффективным способом сохранения биоразнообразия на земле принято считать интродукцию видов. По определению Глобальной Стратегии (2002) сохранение природной флоры *ex situ* – признано основной задачей ботанических садов, с которой в состоянии справиться только они. Цель сохранения растений *ex situ* – создание резервного запаса видов, служащих источником для их последующей реинтродукции в места естественного обитания и пополнение численности природных популяций. Однако, необходимо признать, что такой трудоемкий процесс, как сохранение в коллекциях *ex situ* более 60% видов растений, находящихся сегодня на планете, под угрозой исчезновения, не под силу немногочисленным коллективам научных сотрудников ботанических садов. Им необходимы всесторонняя помощь и содействие учащейся молодежи по выращиванию редких и интенсивно истребляемых в культуре растений. Студенты, выполняя исследовательские работы по сохранению дикорастущих видов споровых или семенных растений *ex situ* могут одновременно оказать значительную помощь ботаническим садам в получении необходимого материала для реинтродукции и пополнения численности природных популяций, а также для восстановления и сохранения мест обитания исчезающих видов. В этом плане неопределима интеграция усилий и совместной исследовательской деятельности преподавателей и студентов педвузов с научными сотрудниками ботанических садов. В качестве примера подобных исследовательских работ, выполняемых на базе ботанического сада УрО РАН, ниже приведены две работы.

Работа № 9. Выращивание в условиях культуры редких сосудистых споровых растений.

Выращивание сосудистых споровых растений из спор, как известно, довольно длительный и трудоемкий процесс. Он проводился многими исследователями с использованием разнообразных субстратов: жидкой среды Кнопа, почвы, торфа, песка и т.п. (Стеценко, 1979; Арнаутова, 1987; Гуреева, 2001; и др.). Нами (Таршис Л.Г. , 2003, с. 81) из спор выращивались папоротники на трехкомпонентной смеси песка, торфа и листовой земли, в соотношении 1:1:1. Смесь помещали в чаши Петри после предварительной стерилизации на водяной бане в течение 1,5-2 часов. После остывания смеси ее увлажняли из пульверизатора и производили поверхностный посев спор. Далее чашки Петри со спорами размещали на стеллажах, где было смонтировано автоматическое освещение с 8 до 18 часов лампами дневного света. Эксперименты показали, что в условиях Среднего Урала споры тропических и субтропических видов папоротников лучше высевать с конца февраля по конец апреля. При посеве в эти сроки количество проросших спор максимально. Споры дикорастущих видов папоротников аборигенной флоры лучше высевать сразу после их сбора в осенний период. При посеве в эти сроки, количество проросших спор достигает 90%. Прорастание спор и развитие гаметофитов в чашках Петри длится в среднем от 1 до 3 месяцев, хотя споры некоторых тропических папоротников могут находиться в чашках Петри, до полугода. Образовавшиеся заростки пикируют в более глубокую тару (в нашем случае это были пластиковые кюветы, размером 10x20 см и глубиной около 3 см). Субстрат в кюветах также подвергается предварительной стерилизации. После пикировки заростков в кюветы, последние помещают в полиэтиленовые пакеты и снова размещают на стеллажах. Полив (точнее опрыскивание) осуществляют по мере подсыхания субстрата. Количество проростков, образующихся на гаметофитах, у большинства папоротников обычно невелико и не превышает 25-30%. Из пластиковых кювет, спустя еще 3-6 месяцев, спорофиты пересаживают в деревянные ящики или в пластиковые горшочки, диаметром около 5 см, - для последующего доращивания. Деревянные ящики перекрывают сверху стеклом и устанавливают в оранжереях. В одном ящике обычно можно разместить от 40 до 60 спорофитов, в горшочках не более 3. Субстрат для ящиков и горшочков не стерилизуется, однако его можно предварительно просеять. Большинство папоротников, выращенных подобным образом, оказывалось способным к первому спороношению через 3-5 лет. Необходимо отметить, что на первых этапах нашего эксперимента большинство спорофитов гибло из-за грибной инфекции, и только предварительная стерилизация субстрата помогла нам добиться положительного результата. Следует отметить, что

данный модифицированный и многократно апробированный нами на практике метод выращивания не только культурных, но и дикорастущих папоротников из спор чрезвычайно перспективен для решения многих актуальных задач, и прежде всего может быть использован с целью интродукции и реинтродукции редких сосудистых споровых растений: папоротников и плаунов. Нами в ботаническом саду УрО РАН было выращено 33 редких вида папоротников, вошедших в состав живых коллекций, которые затем поддерживались как в условиях открытого, так и в закрытом грунте. Безусловно, эти коллекции служат ценным материалом для учебных и научных целей.

В последние годы в России интродукция растений рассматривается учеными биологами как один из самых действенных методов сохранения биоразнообразия растений, в том числе редких, исчезающих и сокращающих свой ареал (Скворцов, 1991; Соболевская, 1991; Смирнов, 1995; Камелин, 1995; и др.). Интродукция растений, безусловно, является перспективным научным направлением, осуществляющим процесс включения дикорастущих видов в культуру и их последующего выращивания в условиях открытого и закрытого грунта. Это научное направление располагает в своем арсенале огромным количеством современных методов и практических приемов, позволяющих сохранять в коллекциях множество семенных растений отечественной и зарубежной флоры. Сегодня интродукция многих видов – раритетов природной флоры активно осуществляется в ботанических садах России. В том числе в Главном ботаническом саду ис. Н.В. Цицина РАН (Коровин, Демидов и др., 1995, с.16); в ботаническом саду Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (Смирнов, 1995, с.17); в ботаническом саду УрО РАН (Таршис Л.Г., Таршис Г.И., 1995, с.82; Мамаев С.А., Таршис Л.Г., 2006) и др. Необходимость сохранения генофонда семенных растений, в том числе редких и находящихся на грани исчезновения очевидна. Однако, признавая приоритетность их охраны, нельзя без внимания оставить задачу по культивированию в интродукционных центрах (ботанических садах) ценных лекарственных и декоративных растений. Это крайне важно для дальнейшего возвращения видов в места их естественного обитания. Исследовательская деятельность студентов – будущих бакалавров и магистров-экологов может быть направлена на решение чрезвычайно сложной и трудоемкой проблемы реинтродукции наиболее ценных видов семенных растений. Эта проблема, по образному выражению, профессора Ю.С. Смирнова (1995, с.17) «еще ждет своего решения».

Во многом успех интродукции и реинтродукции любого вида растения зависит от глубокого понимания его биологической специфики: особенностей поведения в культуре, темпов роста и развития, сроков цветения и плодоношения и т.д. В условиях интродукции у исследователя, как известно, появляется возможность более глубокого анализа и

целенаправленного воздействия на реализацию потенциальных возможностей вида с помощью удачно подобранных условий выращивания: освещения, режимов полива, температур, состава субстратов, типа удобрений и других факторов.

Следующая исследовательская работа может использоваться как пример работ, выполняемых в условиях открытого грунта с целью подбора природных популяций видов лекарственных растений, наиболее пригодных в качестве источника посадочного материала при интродукции.

Работа № 10. Сравнительный анализ роста в условиях культуры особей Родиолы розовой (Rhodiola rosea L.) из различных природных популяций.

Данная исследовательская работа проводилась нами на участке ботанического сада УрО РАН, в течение 12 лет. Для интродукции использовали генеративные растения ценного лекарственного вида – Родиолы розовой, взятые в двух природных популяциях вида в августе 1990 года. Одна популяция была найдена на Алтае, другая на Северном Урале. Каудексы маточных растений разрезали на отрезки равной длины (5 см), имеющие 2-3 почки возобновления каждый, и высаживали на соседние делянки на глубину около 2 см. Наблюдения показали, что все высаженные осенью вегетативные зачатки хорошо перезимовали, весной следующего года, - быстро тронулись в рост, и зацвели уже на первом году вегетации, сохраняя в условиях интродукции все 12 лет своеобразную форму побегов и соцветий, которой отличались маточные растения, привезенные с Алтая и Северного Урала. То что все растения ежегодно цвели и плодоносили, образуя всхожие семена свидетельствует об успешности прошедшей интродукции вида на Среднем Урале. В процессе исследований было показано, что у всех без исключения саженцев, происходящих из двух географически удаленных природных популяций вида, устойчиво сохраняются многие морфологические признаки материнских особей. Это доказывает возможность сохранения при интродукции разнообразия внутривидовых форм, что немаловажно для сохранения генофонда особо ценных видов растений.

Аналогичную исследовательскую работу можно провести с любым ценным видом на учебно-опытном участке ВУЗа или в ботаническом саду.

К третьей группе работ отнесены самые трудоемкие и дорогостоящие исследования, связанные с многолетним изучением и мониторингом за разнообразием экосистем, их сохранением и изучением состояния отдельных компонентов. Эти работы предназначены для решения комплекса учебно-познавательных, исследовательских и футурологических (прогнозных) задач. Они рассчитаны на развитие у учащихся умения работать коллективно, и принимать обоснованные и эффективные решения, обеспечивающие сохранение экосистем и их отдельных компонентов. Специфика работ, включенных в

третью группу, заключается в необходимости овладения студентами различных методов экологического мониторинга: физико-химических, географических, биологических. Среди них выделяются, как известно, дистанционные (аэрокосмические) и наземные методы исследований. Наиболее доступными методами при проведении экологического мониторинга за состоянием природных экосистем (леса, луга, болота, водоема), являются биологические или биоиндикационные методы. С их помощью удастся судить о состоянии компонентов экосистемы и о степени влияния на них техногенных загрязнений. Ранее нами были описаны многие учебно-исследовательские работы, которые могут выполняться учащимися при проведении экологического мониторинга за состоянием атмосферы, почв, водных экосистем, животного мира и растительности на урбанизированных территориях промышленного региона. Конечно, все эти работы могут выполняться как школьниками старших классов, так и студентами. Но так, как они ранее уже были опубликованы в «Практикуме по региональной экологии» (Большаков В.Н., Таршис Л.Г., Безель В.С., Таршис Г.И., 2003), и используются в учебном процессе при проведении экологического мониторинга, считаем целесообразным в данном пособии, сосредоточить внимание на исследованиях, выполняемых при комплексном мониторинге компонентов природных экосистем: леса, луга, болота, а также особо охраняемых природных территорий.

Лес, луг, болото и другие природные растительные сообщества (фитоценозы), как известно, можно рассматривать лишь как один из компонентов сложной экосистемы, включающей в себя кроме высших растений, водорослей, микроорганизмов, грибов и животных, - среду их обитания. Термин и понятие «экосистема» (от греческого “oikos” – дом, место и система) были введены в науку еще в 1935 году английским геоботаником и экологом А. Тенсли. Несколько позднее, в 1942 году русским биологом, профессором В.Н. Сукачевым в науку было введено понятие «биогеоценоз» (от греческого “bios”-жизнь, “ge”-земля, “koinos”-общий). Фактически экосистема в пределах одного фитоценоза, как отмечают Б.М. Миркин, Г.С. Розенберг и Л.Г. Наумова (1989, с.211) и есть биогеоценоз. Но фитоценоз это важнейшая часть экосистемы, поскольку только сообщество зеленых растений способно улавливать солнечную энергию, сохранять ее в форме энергии химических связей в органических веществах, потребляемых остальными компонентами экосистемы. Кроме того, любой фитоценоз является объективным индикатором среды обитания. Как справедливо подчеркивал профессор Б.М. Миркин (1986) по составу популяций растений, слагающих сообщество, можно прогнозировать общий состав экосистемы, т.е. предполагать, какие животные, грибы и микроорганизмы ее населяют, а также судить о степени увлажнения, засоления и прочих показателях почвы.

Наибольшее значение для оценки экологической ситуации во многих регионах России, несомненно, имеет мониторинг лесов, т.к. именно они в первую очередь способны заметно реагировать на техногенные воздействия, - изменяя свою структуру и биоразнообразие. Поэтому, ниже в работе № 11, целесообразно на примере лесной экосистемы провести серию наблюдений за изменениями ее состояния.

Работа № 11. Мониторинг лесной экосистемы.

Данная работа проводится в два этапа – подготовительный и основной. На первом этапе осуществляются: выбор и последующая закладка площадок для мониторинга; а также, геоботаническое описание площадок. Размеры площадок должны быть не менее 10 м², а их количество зависит от однородности лесного массива. Необходимо иметь готовую или составить специальную картосхему участка, на которой отметить мониторинговые площадки. Затем следует выполнить геоботаническое описание каждой площадки по стандартной методике и охарактеризовать лесную экосистему по следующей схеме:

1. Тип леса (дается характеристика ярусов и жизненных форм растений их образующих);
2. Тип почвы (делается почвенный разрез или почвенная прикопка, с последующим описанием почвенных горизонтов);
3. Сомкнутость лесного полога, в баллах (сплошная сомкнутость принимается за единицу, далее в % оценивается доля заполненности кронами деревьев видимого фрагмента неба);
4. Жизненное состояние подроста и подлеска (развит хорошо, умеренно, слабо);
5. Соотношение в напочвенном покрове лесных, луговых и сорных видов, в %;
6. Наличие дернин (злаков и осок);
7. Соотношение площади троп и полян к общей площади (коэффициент рекреации);
8. Количество деревьев с повреждениями стволов на уровне груди (до 130 см);
9. Количество костровищ;
10. Степень замусоренности территории (слабая, умеренная, сильная);
11. Характеристика стадий (всего их насчитывается 5) рекреационной деградации лесной экосистемы;
12. Привлекательность описываемой площадки (+, -);
13. Список всех видов, населяющих экосистему (при этом особо выделяются виды доминанты в каждом из ярусов);
14. Качественная оценка состояния каждого из ярусов лесного сообщества;
15. Оценка доли (в %) видов – мигрантов: луговых, сорно-полевых, придорожных;

16. Сравнительный анализ степени нарушения лесного сообщества (ненарушенное, слабонарушенное, средне нарушенное, значительно нарушенное, полностью разрушенное и полное отсутствие сообщества);

17. Общий вывод о состоянии лесной экосистемы.

После завершения подготовительного этапа, начинается основной этап, на котором сначала для каждой площадки готовится «стартовый паспорт», содержащий в краткой форме все сведения, собранные по выше приведенной схеме.

В дальнейшем на каждой из площадок проводится многолетний мониторинг по следующей программе наблюдений:

1/. Изучение состояния древостоя;

2/. Изучение всходов и подроста;

3/. Оценка жизненного состояния подроста: 1-5 лет, 6-10 лет, 11-15 лет, и так далее, по группам;

4/. Анализ состава травяно-кустарничкового покрова (соотношение кустарничков и травянистых растений в %; при этом, среди травянистых выделяются отдельно споровые сосудистые (папоротники, хвощи, плауны) и семенные сосудистые растения; отмечается видовое богатство в %; описываются фенофазы; оценивается биомасса надземной части с $0,25 \text{ м}^2$ в $\text{г}/\text{м}^2$; дается характеристика состояния популяций редких видов);

5/. Анализ напочвенного мохово-лишайникового покрова (отмечается % от общего покрытия; подсчитывается биомасса с $0,25 \text{ м}^2$ в $\text{г}/\text{м}^2$; характеризуется примерное количество видов мхов и лишайников и соотношение в % экологических групп мхов);

6/. Состояние лесной подстилки (мощность в см; кислотность в единицах рН – показатель измеряется один раз за пять лет);

7/. Оценка повреждения деревьев грибами – паразитами (трутовиками) и наличие в экосистеме трубчатых грибов, как наиболее чувствительных к загрязнению экосистемы;

8/. Общая оценка санитарного состояния леса (оценивается наличие валежника - сваленных деревьев и сухостоя; отмечается повреждение листьев и молодых побегов, а также присутствие нехарактерных утолщений на стволах и ветвях). Далее выставляется оценка состояния – хорошее, удовлетворительное, плохое.

При завершении многолетнего мониторинга рекомендуется провести общую комплексную оценку антропогенного влияния на лесную экосистему по следующим критериям (показателям):

А/. Флористический состав лесной экосистемы (общее количество видов, и количество видов по ярусам, - в динамике, по годам наблюдений с выводом об отмечаемых тенденциях: состав стабильный, увеличивающийся или сокращающийся);

Б/. Оценка возобновления леса по состоянию всходов и подроста (общее количество на учетной площадке);

В/. Оценка состояния лесной подстилки (мощность, в см; степень кислотности, в единицах рН);

Г/. Биомасса индикаторного вида (оцениваются брусника, черника и/или другие виды в г/м²);

Д/. Характеристика экологических групп лесных растений, включая мхи и лишайники, - по их отношению к влажности и плодородию почвы.

Не менее трудоемким и сложным, чем мониторинг лесной экосистемы, является и мониторинг луговых экосистем.

В качестве исследовательских работ, связанных с проведением мониторинга луговых экосистем можно предложить следующие работы:

Работа № 12. Мониторинг сенокосного луга.

Работа № 13. Влияние выпаса скота на разнообразие видов растений в луговых экосистемах.

При проведении этих двух работ следует руководствоваться рядом указаний, приводимых ниже.

Учитывая специфику лугов – сообществ многолетних травянистых растений, - при организации мониторинга важно четко обозначить характер воздействия, оказываемого на луговой фитоценоз: сенокосение или выпас скота. От этого зависит программа мониторинга и количество наблюдений, проводимых в случае сенокосения два раза, а в случае выпаса скота – трижды за сезон. Далее необходимо установить тип луга по местоположению участка в рельефе: пойменный или материковый. Как известно, пойменный луг располагается в пойме реки и заливается паводковыми водами. Материковый луг, напротив, расположен или на водоразделе, или на надпойменных террасах. Он в зависимости от источника водного питания может быть низинным, - т.е. расположенным в понижениях с близким нахождением грунтовых вод, или суходольным, - т.е. питаемым за счет атмосферных осадков. Далее учащимся необходимо выбрать типичное место на лугу для заложения пробной площади, размером 10x10 м. Затем площадка оконтуривается проволокой, шпагатом, или вдоль нее выкапывается канавка. Потом делается описание луга, в соответствии со следующими пунктами:

1. Тип луга;
2. Характер увлажнения;
3. Среднее количество осадков за вегетационный период;
4. Формы нарушений и их размеры на лугу;

- колеи (длина, в м);
 - ямы (количество, диаметр);
 - кротовины (наличие, количество на 10 м², диаметр);
 - валуны (наличие, размеры);
 - оголенные участки почвы (площадь, в м²).
5. Древесные растения (деревья, кустарники), их видовой состав и количество;
 6. Виды антропогенного ухода (внесение удобрений, подсев трав, сенокошение, выпас – с указанием общей продолжительности и видов животных);
 7. Класс формации луга (крупно- или мелко злаковый),
(крупно- или мелко бобовый),
(крупно- или мелко осоковый),
(крупно- или мелко разнотравный).
 8. Тип формации по доминирующему виду (например, пырейноползучая, или манжетковая, или подорожниковая, и т.д.);
 9. Преобладающие ассоциации по обилию видов в подъярусах, например, овсяницево-лугово-клеверная;
 10. Доминирующие виды:
 - злаки _____;
 - бобовые _____;
 - разнотравье _____;
 - осоковые _____;
 - хвощи _____.
 11. Редкие виды;
 12. Лекарственные виды;
 13. Урожайность сена:
 - сырой зеленой массы, ц/га;
 - сухого сена, ц/га;
 - качество сена.
 14. Изменения антропогенного характера и их последствия за год;
 15. Стадии трансформации лугов:
 - 1 стадия: луг используется для сенокошения; пастбищная нагрузка слабая; индекс синантропизации по видовому составу – 11%;
 - II стадия: луг используется как пастбище; нагрузка умеренная; на лугу преобладают низовые злаки; индекс синантропизации – 21,9%;

Ш стадия: пастбищная нагрузка на луг сильная; в травостое преобладают злаки; индекс синантропизации – 68%;

1У стадия: пастбищная нагрузка очень сильная (26-30 кг/см²); травостой мелкотравный (в основном, горец птичий, с небольшой примесью пастушьей сумки, икотника серого, мятлика однолетнего); индекс синантропизации – 100%.

На пастбищах, также целесообразно при их описании, отразить более детально изменения во флористическом составе, связанные с различной поедаемостью луговых трав животными, а также указать сроки начала и окончания выпаса (приведено по П.Л. Горчаковскому и А.В. Абрамчук, 1996).

Работа № 14. Мониторинг болотной экосистемы.

Болота – это чрезвычайно сложные экосистемы и очень своеобразные природные комплексы, приуроченные к местам избыточного увлажнения. Более значительное распространение болот характерно, как известно, для зоны тайги и северных широт России. Именно там образованию болот способствуют природные условия: среднее количество осадков колеблется в пределах от 660 до 850 мм, при испарении менее 50%; слабая расчлененность территории замедляет поверхностный сток; значительное распространение суглинистых и глинистых пород препятствует проникновению воды вглубь. При организации системы мониторинга болотной экосистемы необходимо учитывать целый комплекс признаков, входящих в программу, выполняемую как и при мониторинге лесной экосистемы, в два этапа: подготовительный и основной. На первом, подготовительном этапе проводят: а/ выбор и закладку мониторинговых площадок; б/ собирают материалы о данной болотной экосистеме; в/ определяют гидрологический режим местности и тип питания болота, влияющие на подразделение болот на низинные (эвтрофные), переходные, верховые (олиготрофные); г/ составляют геоботаническое описание. Следует подчеркнуть, что для целей мониторинга лучше выбрать верховое болото, поскольку на нем более четко выражены своеобразные признаки болотной растительности и более интенсивно проводится сбор ягод и лекарственных растений. В результате этого верховые болота испытывают сильнейшую антропогенную нагрузку, особенно в периоды массового созревания ягод, таких как клюква и брусника. Следует помнить и о необходимости соблюдать осторожность при проведении мониторинга болотных экосистем, - передвигаться обязательно друг за другом, на небольшом расстоянии. Основной этап исследований включает стартовое описание болота. Работа всегда должна начинаться с осмотра и детального описания физико-географических особенностей территории болота, и местности его окружающей. При этом составляется схема местности, - на ней наносятся радиальные маршруты от болота к ближайшему

населенному пункту. При описании фиксируются морфометрические характеристики болота (форма, размеры в масштабе, особенности микрорельефа, наличие рек и ручьев). Стартовое описание болота обязательно включает подробную характеристику растительности: видовой состав; высоту и обилие травянистой и моховой растительности; список редких и охраняемых растений. При описании животного мира болота учитывается его видовой состав (включая млекопитающих, птиц, пресмыкающихся, земноводных и насекомых); отдельно характеризуются редкие и промысловые виды животных. Далее описывается состояние болота – хорошее, удовлетворительное или неудовлетворительное. Описание также должно содержать характеристику форм использования и охраны болота (мелиоративные работы, добыча торфа, сбор лекарственных растений, состояние ягодных угодий, степень замусоренности, посещаемость болота людьми, и т.д.). В процессе мониторинга болотных экосистем возможно проведение разнообразных исследований в области изучения строения видов растений встречаемых на болоте; наблюдений за их ростом и жизнедеятельностью. Например, в качестве тематических проектов, выполняемых при исследовании болотных экосистем могут быть предложены следующие:

1. Изучение величины ежегодного прироста побегов у насекомоядного вида Росянки круглолистной (*Drosera rotundifolia* L.);
2. Анализ трансформации болотной растительности;
3. Изучение строения болотных кочек и размещения на них видов семенных растений, от основания кочки и до ее вершины (при выполнении данного проекта можно увидеть, что виды на кочке расположены в зависимости от требований каждого из них к условиям увлажнения);
4. Сравнительный анализ структуры популяций редких видов из семейства Орхидных (*Orchidaceae* Juss) на болоте и в заболоченном лесу;
5. Динамика прироста мха сфагнума на болоте с помощью метода цветной перевязки в течение 3-х лет.
6. Сравнение анатомической структуры листьев видов гигрофитной и гидрофитной флоры болот.

Удобными объектами для мониторинга, кроме приводимых выше, могут также служить небольшие по занимаемой территории заказники и памятники природы, расположенные вблизи проживания студентов. Время наблюдений – летние месяцы июль и август. Целесообразно чтобы данные объекты для исследований студенты выбирали после первого года обучения. Тогда они ежегодно, в течение 3-4 лет смогут работать на одних и тех же площадках, и к 5-6-у курсу успеют подготовить хорошую дипломную

работу или магистерскую диссертацию с ценными результатами многолетних наблюдений. Безусловно, такая работа сможет содержать обоснованные рекомендации по рациональной организации системы охраны изученных ООПТ (приводится по В.П. Уханову, 2002).

Работа № 15. Мониторинг заказника или памятника природы.

В начале проведения данной исследовательской работы необходимо ознакомиться с паспортом, природными особенностями и режимом охраны объекта мониторинга. Эти сведения обычно доступны, и их можно получить в районном или городском комитете по охране окружающей среды. В паспорте обычно содержится информация о площади и времени учреждения охраняемого объекта; о его административной привязке (область, район); об организации-землепользователе; об отношении объекта к Фонду охраняемой природы (включен/ не включен в реестр). В паспорте приводится статус ООПТ (прилагается документ); описывается степень антропогенного влияния (слабое, среднее, сильное); характеризуется экологическое состояние (хорошее, удовлетворительное, неудовлетворительное по типам растительных сообществ); дается перечень рекомендаций по усилению режима охраны. В случае, если паспорта нет, исследовательскую работу следует начинать с его оформления. Паспорт заполняется в трех экземплярах, которые впоследствии рецензируются районным комитетом по охране окружающей среды. Далее экземпляры направляются на предприятие, осуществляющее охрану заказника (памятника природы), в районный комитет по охране окружающей среды и в районную администрацию. Работе предшествует либо нахождение карты объекта, либо ее составление в масштабе 1:10000 или 1: 25000. Карта позволяет представить площадь, границы и местонахождение ООПТ. В дальнейшем намечаются маршруты движения. Они должны проходить в направлении удаления от населенного пункта или дороги. Это позволит, во первых, определить степень антропогенных нарушений вблизи от охраняемого объекта, и во вторых, поможет выбрать опорные площадки для проведения мониторинга. План описания опорных площадок включает характеристику следующих объектов:

- рельеф (относительные превышения, уклоны, микрорельеф; характер поверхности с перечнем ее антропогенных нарушений – ям, котловин, карьеров, канав);
- поверхностные воды (с указанием перечня рек, озер, ручьев, а также, выхода на поверхность грунтовых вод, и уровня заболоченности территории; наблюдаемые виды стоков);
- почвы (преобладающие типы почв; описание дается для каждой растительной ассоциации, на основании материалов почвенных разрезов; при характеристике

каждого почвенного горизонта указывается его название, мощность, цвет, механический состав, структура, влажность, плотность, включения, новообразования; в заключении приводится описание участков почвы, загрязненных бытовыми, сельскохозяйственными или промышленными отходами);

- растительность (приводится название ассоциации, например ельник зеленомошник, сосняк разнотравно-злаковый и т.д.; прилагается список видов по ярусам; отдельно характеризуются редкие, лекарственные и синантропные виды; отмечаются повреждения антропогенного характера);
- животный мир (характеризуются позвоночные и беспозвоночные данного участка; описываются паразиты и вредители, а также особо отмечаются виды, подлежащие охране; отдельно указывается местоположение, количество и состояние муравейников);
- фонд особо охраняемой природы (отмечаются участки с хорошей сохранностью почвенно-растительного покрова и особо интересные ландшафтные объекты; приводятся списки растений и животных подлежащих охране).

Число опорных площадок при данном виде мониторинга должно быть не менее трех. На каждом участке должны фиксироваться все виды антропогенных воздействий:

1. рубки леса;
2. карьеры или шахтные разработки;
3. степень застройки, число построек;
4. дороги (автомобильные и грунтовые);
5. трассы ЛЭП, газопроводы, просеки;
6. наличие пастбищ;
7. участки для сенокошения;
8. виды рекреационных воздействий (места стоянок, избы, костровища и т.п.).

Далее по плану работ определяется антропогенная измененность площадок (слабая, средняя, сильная) и экологическое состояние сообществ (хорошее, удовлетворительное, неудовлетворительное).

Хорошее экологическое состояние площадок наблюдается при отсутствии рекреационных и сельскохозяйственных воздействий; удовлетворительное – при наличии отдельных видов рекреационных и сельскохозяйственных воздействий и измененном состоянии природных комплексов; сильное фиксируется при деградации природных комплексов и многочисленных нарушениях режима охраны.

Итогом исследовательской работы является представление вновь полученного перечня видов антропогенных воздействий, зафиксированных при обследовании и ухудшающих

на текущий момент экологическое состояние объекта, и определение мероприятий по дальнейшему режиму охраны территории. Идеально когда учащиеся дают рекомендации по улучшению состояния природных комплексов, на территории охраняемого объекта и сопровождают свою исследовательскую деятельность фотоматериалами (размер фотографий не менее 9x12).

Примеры тематических проектов по экологическому мониторингу охраняемых объектов:

1. Составление экологического паспорта охраняемой территории.
2. Оценка экологического состояния ООПТ.
3. Исследование фенологии охраняемых видов.
4. Создание фотоатласа редких видов растений охраняемой территории.
5. Картирование муравейников и гнездовой редких птиц на территории ООПТ.
6. Оценка статических и динамических популяций редких видов флоры/фауны на территории охраняемого объекта.

4.3. ПОДГОТОВКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ СТАТЬИ И ОФОРМЛЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ И МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ.

Общепризнанно, что в любом научном исследовании можно выделить три этапа: 1/ формулирование проблемы и темы; 2/ фактическое проведение исследования; 3/ подготовку результатов для публикации и защиты. Вполне понятно, что результаты работы, известные только исследователю, не представляют никакой ценности. Только опубликование результатов делает доступной для всех вновь полученную научную информацию.

Наиболее распространенной сегодня формой научной публикации является статья. Она должна отвечать ряду требований, предъявляемым к научным публикациям. Прежде всего, это объективность и смысловая точность в изложении результатов исследований, обеспечивающие научную и практическую значимость информации, заключенной в статье. Далее это язык и стиль письменного представления научных материалов, для которых традиционно закреплено то, что изложение ведется от третьего лица. Крайне редко употребляется форма первого лица. Авторское «я» как бы исключается из текста, а вместо него используется «мы», «нами», что придает большую объективность результатам исследований. Очень важны краткость, и способность при написании статьи выражать мысль простыми и четкими фразами, без злоупотребления излишними наукообразными терминами.

По структуре статью можно условно разделить на несколько частей. В первом разделе – во «Введении», - автор знакомит читателей с предысторией исследований, проводимых ранее по направлению и вопросам, затронутым в статье, а также кратко излагает причины проведения данного исследования. Далее, во втором разделе «Объекты и методы» - характеризуются исследуемые виды растений, или их отдельные органы, и описываются применяемые в работе методы. Если какие то методы автором модифицированы, то они описываются более подробно. В третьем разделе традиционно представляют основные результаты исследования, при этом их сопровождают схемами, таблицами, графиками, фотографиями и прочими иллюстрациями. В четвертом разделе «Резюме» обсуждаются полученные результаты и приводятся краткие выводы, вытекающие из результатов работы. К научной статье обязательно должен быть приложен список научных работ авторов, цитированных в тексте. Во многих научных изданиях также принято, в начале статьи помещать ее краткий реферат. Начинающим исследователям при подготовке статьи всегда бывает целесообразно до ее окончательного оформления познакомиться с требованиями, которые предъявляет автору данный научный журнал. Для примера, в приложении №1, приведены правила подготовки рукописи и оформления статьи, существующие в редакции журнала «Экология».

В настоящий период, как известно, государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования в качестве итоговой государственной аттестации бакалавров естественнонаучного образования и магистров - экологов, включают подготовку и защиту выпускной квалификационной работы и защиту магистерской диссертации соответственно (ГОС, 2005). Обе эти работы являются научными произведениями, свидетельствующими о наличии у авторов навыков исследовательской деятельности в области естественнонаучного образования (направление 540100, или по профилю 540104 – экология). Однако как выпускная квалификационная работа, так и магистерская диссертация, в отличие от диссертаций, представляемых на соискание ученой степени кандидата и доктора наук, и являющихся обязательно серьезными научно-исследовательскими работами, относятся к разряду учебно-исследовательских работ, в основу которых положены несколько иные требования. В частности, они должны свидетельствовать о том, что их авторы (бакалавры и магистры) научились самостоятельно проводить научный поиск, овладели элементарными навыками и методами научных исследований, которые способны использовать на практике, могут правильно оценивать и отбирать информацию по исследуемой проблеме, и кроме того, они в состоянии выделять приоритеты в целях принятия обоснованных, хотя и известных ранее, решений. Основное требование к

оформлению выпускной квалификационной работы и магистерской диссертации, состоит в том, чтобы тот, кому придется ее читать и оценивать, мог понять, как автор пришел к окончательному заключению и выводам. Поэтому обязательно необходимо, чтобы эти работы были логично построены, соответствовали ранее разработанному четкому плану.

Традиционно сложилась определенная структура, как выпускной квалификационной работы, так и магистерской диссертации. В тексте приняты следующие разделы: 1/ титульный лист; 2/ оглавление; 3/ введение; 4/ главы основной части работы; 5/ заключение и выводы; 6/ библиографический список; 7/ приложения.

Титульный лист – это первая страница работы, заполняемая по строго определенным правилам. В верхнем поле страницы указывается полное наименование учебного заведения. Далее в именительном падеже приводятся фамилия, имя и отчество автора работы. Под ними, без кавычек, в среднем поле титульного листа печатается заглавие работы. После заглавия дается шифр специальности, например, «540100 – бакалавр естественнонаучного образования». Далее, вблизи правого края листа указываются фамилия и инициалы научного руководителя, его ученое звание и ученая степень. По центру, внизу страницы приводится название города, в котором выполнена работа, и год ее представления к защите (образец титульного листа находится в приложении).

На второй странице работы помещается оглавление, в котором содержится перечень названий всех частей работы, с указанием страниц, с которых начинается каждая часть. Обязательным является точное соответствие заголовков глав в оглавлении и в тексте. Названия глав даются без сокращений, начинаются с прописной буквы и заканчиваются отточием (только одна точка в конце не ставится).

Во введении кратко обосновывается актуальность темы; формулируются цель и задачи исследования; указываются объект и предмет исследования; перечисляются методы исследования. Также в тексте введения сообщается о том, - в чем состоит научная новизна и практическая значимость результатов исследований. Отдельной строкой приводится информация об апробации авторских материалов. В конце введения приводится краткая характеристика структуры дипломной или диссертационной работы, путем перечисления всех частей рукописи и их объема. Указывается количество использованных литературных источников на русском, и отдельно на иностранных языках. При использовании интернет-ресурсов, также приводится количество упомянутых в тексте сайтов.

В 1 Главе основной части работы могут рассматриваться основные проблемы исследования по заявленной теме, и проанализированы различные подходы к решению этих проблем по литературным данным.

Во 2 Главе обычно приводится физико-географическая характеристика района исследований, включающая описание рельефа территории, климата, почв и растительности.

В 3 Главе, как правило, представлены материалы, методы и методики исследований, использованные в работе. Здесь же автор может сослаться на собственные модификации данных методик, если таковые имеются.

В 4 Главе, автором анализируются специфические особенности модельных видов растений.

Содержание всех четырех глав должно точно соответствовать тематике работы и полностью ее раскрывать. Главы должны продемонстрировать умение автора логично, последовательно и аргументировано излагать весь материал, представленный в работе. Причем его изложение и оформление должно соответствовать требованиям, предъявляемым к научным работам, например к статьям.

Как выпускная работа, так и магистерская диссертация должны заканчиваться разделом «Заключение». В заключении кратко подводятся итоги работы. Здесь последовательно излагаются выводы, количество которых соответствует числу конкретных задач, сформулированных во введении. Кроме того, снова указываются научная новизна и практическая значимость (если таковые имеются) результатов работы для естественнонаучного образования.

После заключения принято в тексте размещать библиографический список использованной литературы. Он, в значительной степени, отражает способность автора вести самостоятельный поиск и отбор литературных источников из огромного количества опубликованных научных работ.

В конце работы возможно включение в нее одного или нескольких приложений, имеющих справочное значение для более полного освещения темы. При наличии приложений, в тексте работы на них приводятся ссылки.

Ниже целесообразно рассмотреть основные правила оформления выпускных квалификационных работ и магистерских диссертаций.

Следует также отметить, что текст рукописей следует впоследствии перепечатать на компьютере на одной стороне стандартной белой бумаги формата А4, через два интервала, используя лучше всего шрифт формата Times New Roman. Размер полей должен соответствовать следующим параметрам: левое поле – 3 см, правое – 1 см, верхнее и нижнее – 2 см. Большой размер левого поля необходим для последующего переплета текста. Все страницы нумеруются, начиная с титульного листа, однако на нем номер

страницы не ставится, т.е. на следующем листе - «оглавление», цифра порядкового номера – 2, ставится в середине верхнего поля страницы.

Каждая новая глава начинается с новой страницы. Это правило касается и всех прочих частей работы, как-то «введение», «заключение», «библиографический список», «приложения». Расстояние между названием главы и последующим текстом должно составлять 2 интервала. Точно такое же расстояние выдерживается между заголовком главы и последующим заголовком параграфа. Точка в конце заголовков не ставится. Заголовки не подчеркиваются, слова в них не переносятся. Однако заголовки можно выделять жирным шрифтом или курсивом.

Предложения и абзацы, начинающиеся с красной строки, печатают с отступом от левого поля, = 5 ударам на клавишу пробела. Текст на иностранном языке печатается в основной текст работы. Рисунки, схемы, таблицы делаются также на компьютере, с использованием соответствующих программ. Фотографии предварительно сканируются на стандартных листах формата А4, и после этого вставляются в работу. Подписи и пояснения к рисункам, схемам, таблицам и фотографиям должны быть выполнены на компьютере, и находиться с лицевой стороны.

Объем текста выпускной квалификационной работы или магистерской диссертации строго не регламентирован. Обычно он не должен превышать 70-100 страниц (включая приложения).

Список рекомендуемой литературы

Большаков В.Н., Безель В.С., Таршис Г.И., Таршис Л.Г. Региональная экология. Пособие для учителя. –Екатеринбург: ИД «Сократ», 1998.

Большаков В.Н., Таршис Л.Г., Безель В.С., Таршис Г.И. Практикум по региональной экологии. –Екатеринбург: ИД «Сократ», 2003.

Большаков В.Н., Таршис Г.И., Безель В.С. Региональная экология: Учебник. 10-11 кл. – Екатеринбург: ИД «Сократ», 2000.

Бродский А.К. Введение в проблемы биоразнообразия. Иллюстрированный справочник. –Санкт-Петербург (СПб): Изд-во ДЕАН, 2002.

Ботаника с основами фитоценологии: Анатомия и морфология растений: Учеб. Для вузов / Т.И. Серебрякова, Н.С. Воронин, А.Г. Еленевский, Т.Б. Батыгина, Н.И. Шорина, Н.П. Савиных. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006.

Жмылев П.Ю., Алексеев Ю.Е., Карпухина Е.А., Баландин С.А. Биоморфология растений: иллюстрированный словарь. Учебное пособие. –М.: Изд-во МГУ, 2002.

Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. –М.: Наука, 1984.

Лакин Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие для биол. спец. вузов. –М.: Высш. школа, 1990.

Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений. –М.: Эдиториал УРСС, 2000.

Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства Pinaceae на Урале). –М.: Наука, 1973.

Определитель сосудистых растений Среднего Урала / П.Л. Горчаковский и др. –М.: Наука, 1994.

Полевой экологический практикум. Учебное пособие. Ч.1 / Мар. гос. ун-т. –Йошкар-Ола, 2000.

Шанцер И.А. Растения средней полосы Европейской России. Полевой атлас. –М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004.

**ПРОГРАММА СПЕЦКУРСА:
УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ТЕМАТИЧЕСКИЕ
ПРОЕКТЫ В ОБЛАСТИ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ РАСТЕНИЙ**

Современные тенденции развития биологического образования тесно связаны со сменой парадигм, произошедшей в общественном сознании на рубеже XX-XXI веков. В этот период резко изменилось отношение людей к решению проблем охраны окружающей среды. Наступило осознание зависимости устойчивого развития цивилизации от сохранения биологического разнообразия организмов, населяющих Землю. Сегодня общепризнано, что поддержать систему жизнеобеспечения нашей планеты возможно лишь при условии сохранения биоразнообразия растений, так как растения это те организмы, от которых зависит биологическое разнообразие остальных организмов. Именно растения, поглощая солнечную энергию, обеспечивают ею все трофические цепи на нашей планете. Однако за последние 150 лет, под влиянием возрастающих антропогенных нагрузок на среду, растения оказались под максимальной угрозой гибели, и не только через уничтожение отдельных видов, но зачастую благодаря деградации целых экосистем. Все это заметно снижает биоразнообразие и ведет к глобальному обеднению мировой флоры. Поэтому в число ведущих идей школьных естественнонаучных курсов обязательно должна быть включена идея сохранения биоразнообразия организмов. Важно, чтобы преподаватели биологии в процессе обучения руководствовались глобальной и национальной стратегиями по сохранению биоразнообразия растений, а также учитывали основные статьи Конвенции по биоразнообразию.

Спецкурс должен помочь будущим учителям, бакалаврам, магистрам и преподавателям естественнонаучных дисциплин полнее раскрыть во время лекций, на практических и лабораторных занятиях, основные понятия и методы изучения и сохранения биологического разнообразия растений. Для этого в спецкурсе приведены примеры учебно-исследовательских работ, которые позволяют преподавателям использовать их в качестве заданий для организации самостоятельных исследований выполняемых учащимися в природе.

Отличительной чертой данного спецкурса является его практическая направленность, сочетаемая с краткой теоретической подготовкой в области международных, национальных и региональных программ по сохранению биоразнообразия.

Цель спецкурса – расширить теоретические знания и углубить практические навыки учащихся в области изучения и сохранения биоразнообразия растений. Для реализации данной цели должны решаться следующие задачи:

1. Проинформировать слушателей об основных положениях Конвенции по биоразнообразию (CBD); познакомить их с содержанием Глобальной Европейской стратегии и программами сохранения растений, определяющих деятельность Международного Совета Ботанических Садов по охране растений (BGCI) и Совета Ботанических Садов России (СБСР) по сохранению биоразнообразия растений и экологическому образованию учащихся.
2. Провести серию практических занятий, на которых внимание слушателей будет обращено на методы исследований внутривидового разнообразия и на математический анализ проявлений различных форм внутривидовой изменчивости растений Урала.
3. Использовать живые коллекции растений, созданные в ботаническом саду УрО РАН, для ознакомления слушателей с методами интродукции и агротехники выращивания в условиях культуры тропических и субтропических видов, а также для освоения на практике основных технологий по сохранению биоразнообразия представителей мировой флоры.
4. Предложить слушателям выбрать тему проекта и дать рекомендации по его составлению на примере одного из проектов, касающегося проблемы сохранения биоразнообразия на видовом или экосистемном уровне.
5. Представить слушателям новейшую информацию в области сохранения биоразнообразия организмов Земли, привлекая для этого современные монографии, материалы конференций и симпозиумов, а также электронные базы данных ботанических садов России и мира.

Учебно-тематический план

№	Наименование темы, раздела	Общая продолжительность	Аудиторные часы				Самостоятельная работа
			всего	лекций	семинаров, практик	лабораторных занятий	
1	Основные принципы и подходы к решению проблем по сохранению биоразнообразия растений	4	2	2	-	-	2
2	Отражение идеи сохранения биоразнообразия в содержании естественнонаучных дисциплин	4	-	-	-	-	4
3	Ботанический сад как научно-образовательный центр по сохранению биоразнообразия растений	6	4	2	2	-	2
4	Методы инвентаризации видового разнообразия флоры	2	-	-	-	-	2
5	Технологии по сохранению биоразнообразия растений in situ	4	-	-	-	-	4
6	Технологии по сохранению биоразнообразия растений ex situ	2	-	-	-	-	2
7	Методы изучения внутривидового разнообразия растений в природе	4	2	-	-	2	2
8	Методы математической оценки проявлений внутривидового разнообразия растений	4	2	-	-	2	2
9	Метод проектов – как основная форма организации учебно-исследовательской деятельности	6	4	2	2	-	2
10	Рекомендации по составлению тематических проектов	6	4	2	2	-	2
Итого	10 тем	42	18	8	6	4	24

Содержание спецкурса

1. Основные принципы и подходы решения проблем по сохранению биоразнообразия растений.

Наиболее четко проблема сохранения биологического разнообразия организмов, населяющих земной шар, была сформулирована в июне 1992 года на Конференции ООН по окружающей среде и развитию, прошедшей в Рио-де-Жанейро (Бразилия). Основные принципы и подходы к сохранению биоразнообразия определяли статьи нового международного закона – Конвенции по биоразнообразию (КБР), которую подписали 153 страны, в том числе и Россия, - давшие согласие работать над исполнением всех ее решений. В 1995 году был принят Закон Российской Федерации «О ратификации Конвенции о биологическом разнообразии», а к 2000 году число стран подписавших Конвенцию, достигло 176. Конвенция установила три общие для стран – участниц задачи:

- сохранение мирового биоразнообразия;
- устойчивое использование компонентов мирового биоразнообразия;
- справедливое распределение доходов от использования генетических ресурсов, включая гарантию доступа к ним, обмен технологиями и организацию соответствующих фондов.

Успешной реализации решений Конвенции способствовало наличие в законе четкой характеристики самого понятия «биоразнообразия», определяемого как «внутривидовое разнообразие или изменчивость организмов; непосредственно видовое разнообразие; и разнообразие экосистем». В наши дни каждая из стран мира несет ответственность за сохранение биологического разнообразия растений и животных, представленного на ее территории. Для этого разрабатываются особые стратегии, мероприятия и программы, основанные на ряде принципов. Например, на принципе использования щадящих технологий, принципе компенсации ущерба, принципе экологической целостности и т.д. Ряд авторитетных организаций, например, ботанические сады, объединяют свои усилия для решения глобальных и национальных проблем по сохранению биоразнообразия растительного мира. Создан Международный совет ботанических садов по охране растений (BGCI), разработана новая Стратегия и Международная программа ботанических садов, наметившие на ближайшее время не только сохранение растительного разнообразия, но и распространение знаний о путях обеспечения устойчивого развития цивилизации. В этом же направлении действует Совет ботанических садов России (СБСР), созданный в январе 1992 года, а также Европейский

Союз, объявивший о том, что к 2010 году на территории Европы должно быть остановлено сокращение биоразнообразия.

2. Отражение идеи сохранения биоразнообразия в содержании естественнонаучных дисциплин.

На современном этапе модернизации содержания школьного биологического образования идея сохранения биоразнообразия должна быть обязательно включена в число ведущих идей естественнонаучных курсов. Она, наряду с такими идеями, как эволюция органического мира, взаимосвязи строения и функций организмов, многоуровневая организация живой материи, - в настоящий период, определяет содержание и структуру естественнонаучных школьных курсов, а также предполагает определенную последовательность развития основных понятий. Для того, чтобы выдвинуть на первый план исключительную значимость растений, поглощающих солнечную энергию и обеспечивающих ею все живые организмы, населяющие нашу планету, - следует вводить основные понятия в области охраны биоразнообразия растений уже в 6 классе, при ознакомлении школьников с клеточным строением, структурой и функциями органов растительного организма. Развитие этих понятий продолжается в 7 классе в темах, посвященных характеристике представителей отдельных отделов и систематических групп, свидетельствующих о многообразии растений и их огромном значении в жизни человека. Углублять и расширять понятия о биологическом разнообразии необходимо в 10 и 11 классах, в основном для разъяснения сущности таких сложных биологических явлений, как например, внутривидовая изменчивость. В это время на уроках рекомендуется использовать фотографии растений, их виртуальные сканированные изображения, демонстрирующие проявления внутривидового разнообразия.

3. Ботанический сад как научно-образовательный центр по сохранению биоразнообразия растений.

Приводится краткая история интродукции дикорастущих видов растений и характеризуются особенности создания коллекций живых растений в ботанических садах России и зарубежных стран. Уникальные функции ботанических садов как широкопрофильных научно-образовательных центров и их ведущая роль в обществе на современном этапе рассматриваются в связи с необходимостью сохранения биоразнообразия растений. Раскрываются основные направления научных исследований в ботанических садах в области систематики, экологии, морфологии, анатомии, интродукции и акклиматизации растений. Учащиеся знакомятся с деятельностью

ботанических садов России, Урала и Поволжья по экологическому просвещению населения и образованию подрастающего поколения. Рассматриваются перспективы интеграции научной и образовательной деятельности для изучения и сохранения биоразнообразия.

4. Методы инвентаризации видового разнообразия флоры.

Традиционные методы флористического анализа позволяют судить о значительном видовом разнообразии флоры сосудистых растений. Согласно литературным данным и материалам «Определителя сосудистых растений Среднего Урала» в регионе в настоящее время произрастает 2445 видов, входящих в состав 120 семейств (П.Л. Горчаковский и др., 1994; В.Н. Большаков, В.С. Безель, Г.И. Таршис, Л.Г. Таршис, 1998; и др.). Метод инвентаризации флоры цветковых растений дает возможность судить о численности видов, принадлежащих к 20 семействам класса Однодольных и 84 семействам класса Двудольных. Работа с гербарием ИЭРиЖ УрО РАН, экскурсии по коллекционным участкам ботанического сада УрО РАН, знакомство со справочниками и учебниками, - позволяют судить о специфике флоры региона и о наибольшем видовом разнообразии, представленном в следующих семействах: бобовые, сложноцветные, злаковые и розоцветные. Подобный анализ видового разнообразия флоры, возможно провести для любого региона России или зарубежных стран.

5. Технологии по сохранению биоразнообразия растений *in situ*.

Ботанические сады России, в том числе и ботанический сад УрО РАН, ведут активную работу по сохранению биоразнообразия растений непосредственно в природных условиях. Так, на Урале, выполнены масштабные исследования по инвентаризации и научному описанию уникальных природных объектов природы. Выделено около 1500 памятников природы. Только в Свердловской области проведена современная паспортизация около 400 памятников природы, которым уже придан статус особо охраняемых природных территорий (ООПТ), и около 100 объектов намечено к выделению. Сформирована единая информационная сеть ООПТ, которая позволяет оперативно управлять охраняемыми территориями и восстанавливать их посредством ухода за местообитаниями редких и исчезающих видов, выполняя таким образом, положения статьи 8 «Конвенции по биоразнообразию». Этому способствуют полевые исследования популяций (свыше 200) редких и исчезающих видов растений Урала. Для многих из них изучены особенности биологии и экологии. Эти данные отражены в «Красной Книге Среднего Урала» (1996). Большое значение имеют результаты многолетних исследований С.А. Мамаева (1973) и его учеников по внутривидовой изменчивости древесных лесообразующих растений,

ставших основой выделения в природе многих сотен генетических резерватов (на Урале около 300), позволяющие сохранять ценнейший генофонд лесных пород.

6. Технологии по сохранению биоразнообразия растений ex situ.

Разнообразные технологии по сохранению растений ex situ рассматриваются сегодня как дополнительные меры к основной деятельности ботанических садов по сохранению биоразнообразия растений in situ. Сегодня в качестве приоритетных объектов для сохранения ex situ рассматриваются следующие группы растений:

- редкие и исчезающие виды;
- эндемичные виды;
- хозяйственно-ценные виды растений (лекарственные, эфиромасличные, декоративные и т.д.);
- дикие сородичи культурных растений;
- сорта народной селекции и ценные культивары.

Технологии сохранения биоразнообразия ex situ разрабатывались в России, преимущественно, в ботанических садах, где собраны обширные коллекции редких и исчезающих видов. В настоящий период в культуре выращивают более половины от числа видов, нуждающихся в охране. Это 506 видов растений, внесенных в Красную Книгу РСФСР (1988), Красную Книгу Среднего Урала (1996) и другие «Красные Книги». В ботанических садах России разработаны и апробированы многие оригинальные технологии и методы агротехники, обеспечивающие сохранность генофонда редких и исчезающих видов растений в условиях культуры. Кроме содержания живых коллекций, сохранение генофонда растений обеспечивается благодаря созданию в ботанических садах: *генных банков семян; * культуры меристем, тканей и сеянцев; * полевых генных банков или клоновых посадок лесных и плодовых пород; а также путем *реинтродукции видов на территорию природного ареала.

7. Методы изучения внутривидового разнообразия в природе.

Наиболее удобными объектами для проведения исследований в области биоразнообразия являются дикорастущие травянистые многолетники, широко распространенные как в лесах и на лугах, так и в городской среде: на пустырях, в лесопарках, вдоль дорог и т.д. В качестве объекта для самостоятельных наблюдений учащихся можно использовать, например такой вид, как лапчатку гусиную лапку (*Potentilla anserina* L.). Для проведения работы берут по одному распустившемуся цветку у 100 особей вида, произрастающих на одном участке. У каждого цветка подсчитывают количество элементов: чашелистиков, лепестков, тычинок и т.д.; измеряют диаметр цветка, чашелистика и т.п. Данные измерений заносят в таблицу, после чего

подсчитывают среднее арифметическое каждого из признаков, вычисляют их коэффициенты вариации CV% и определяют уровни внутривидовой изменчивости или внутривидового разнообразия каждого признака в отдельности. Работу целесообразно сопровождать рисунком или фотографией, отражающими все варианты внутривидового разнообразия.

8. Методы математической оценки проявлений внутривидового разнообразия растений.

В основу изучения многочисленных проявлений внутривидового разнообразия особей растений, встречающихся как в природе, так и в условиях интродукции положены: морфологический анализ органов у вида; измерение и подсчет количества органов и их отдельных элементов у 100 (50,25,10) генеративных растений; проведение подсчетов и математический анализ данных. Благодаря вычислению коэффициента вариации каждого признака (CV%) и использованию шкалы уровней изменчивости, разработанной С.А. Мамаевым (1973), исследователи в состоянии объективно оценить степень внутривидового разнообразия растений по каждому из анализируемых признаков.

9. Метод проектов – как основная форма организации учебно-исследовательской деятельности.

Наиболее эффективным методом экологического образования признан в настоящее время метод проектов, предполагающий личное участие школьников и студентов в проведении исследований. Этот метод способствует развитию критического и нестандартного мышления, помогает успешно работать коллективно, позволяет вырабатывать навыки поиска необходимой информации. Метод проектов наилучшим образом способствует активной исследовательской деятельности учащихся, начиная с выбора темы проекта, формулировки цели и задач исследования, а затем и пошаговой реализации проекта. Участники коллективного исследования, начиная с первого этапа, последовательно выполняют «шаговые действия» и формируют собственную позицию по решаемой проблеме.

9. Рекомендации по составлению тематического проекта.

Сфокусировать внимание учащихся на выполнение исследований в конкретной области, например, в области изучения и сохранения биоразнообразия растений, позволяет тематический подход к составлению проекта. Сначала необходимо коллективно обсудить и выбрать выполнимую в конкретных условиях тему проекта, затем четко сформулировать его цель и задачи, после чего разработать план пошаговой деятельности учащихся и подобрать методы и оборудование, используемые при исследованиях.

Объективная оценка результатов выполнения проекта позволяет судить о качестве учебно-исследовательской деятельности.

Самостоятельная работа

На самостоятельное изучение вынесены следующие темы:

- Отражение идеи сохранения биоразнообразия в содержании естественнонаучных курсов и школьного курса биологии
- Методы инвентаризации видового разнообразия флоры
- Технологии по сохранению биоразнообразия растений *in situ*
- Технологии по сохранению биоразнообразия растений *ex situ*

Требования к уровню подготовки слушателей, обучающихся по данной программе:

1. Знание основных проблем, международных и национально-региональных законов и программ по сохранению биоразнообразия растений;
2. Владение методами полевых и лабораторных исследований в области изучения проявлений биоразнообразия растений и его сохранения;
3. Умение выделять у видов проявления основных форм внутривидового разнообразия, измерять и объективно оценивать различия, выявленные у количественных и меристических признаков растительных объектов.
4. Формирование навыков позволяющих разрабатывать и реализовать тематические проекты

Учебно-методическое обеспечение программы

- специальная литература по сохранению биоразнообразия растений;
- живые коллекции растений, собранные в ботаническом саду УрО РАН;
- учебное оборудование кафедр ВУЗов.

Литература к программе спецкурса

Большаков В.Н., Безель В.С., Таршис Г.И., Таршис Л.Г. Региональная экология. Пособие для учителя. –Екатеринбург: ИД «Сократ», 1998.

Большаков В.Н., Таршис Л.Г., Безель В.С., Таршис Г.И. Практикум по региональной экологии. –Екатеринбург: ИД «Сократ», 2003.

Большаков В.Н., Таршис Г.И., Безель В.С. Региональная экология: Учебник. 10-11 кл. – Екатеринбург: ИД «Сократ», 2000.

Бродский А.К. Введение в проблемы биоразнообразия. Иллюстрированный справочник. –Санкт-Петербург (СПб): Изд-во ДЕАН, 2002.

Глобальная стратегия сохранения растений. –М.: РАН/СБСР, 2003.

- Европейская стратегия сохранения растений. Совет Европы и «Планта Европа». – М.: Изд-во Представительства Всемирного Союза Охраны природы для стран СНГ, 2003.
- Красная Книга РСФСР. –М.: Лесная промышленность, 1988.
- Красная Книга Среднего Урала (Свердловская и Пермская области): Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений. –Екатеринбург: ИД Уральского университета, 1996.
- Конвенция о биологическом разнообразии. Текст и приложения. –М.: Изд-во UNEP/CBD, 1995.
- Международная программа ботанических садов по охране растений. –М., 2000.
- Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства Pinaceae на Урале). –М.: Наука, 1973.
- Определитель сосудистых растений Среднего Урала / П.Л. Горчаковский и др. –М.: Наука, 1994.
- Стратегия ботанических садов России по сохранению биоразнообразия растений. –М.: РАН/СБСР, 2003.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ
ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ РУКОПИСИ СТАТЬИ

1. Посылаемые в журнал статьи должны иметь направление учреждения, в котором выполнена работа, 1 страница оформляется следующим образом:

УДК

Название работы

© 2005 г. И.П. Петров, В.И. Сидоров

Название учреждения и его адрес

Аннотация (6-8 строк)

Ключевые слова: (не более 8). Сами ключевые слова набирать обычным шрифтом.

Далее основной текст.

2. Статьи должны быть написаны в сжатой форме, хорошо отредактированы и тщательно проверены. Следует избегать повторения данных таблиц или графиков в тексте, а также представления одних и тех же результатов в виде таблиц и графиков.
3. Рукопись необходимо представить в двух экземплярах, напечатанных на машинке или с помощью компьютера через два интервала шрифтом средней яркости на белой бумаге форматом А4. По всей статье шрифт должен быть одинаковым. Объем статьи не должен превышать 12 страниц (считая таблицы, список литературы, подписи к рисункам) и 6-7 рисунков. Объем кратких сообщений – 6 страниц и 2-3 рисунка.
4. Физические и химические символы должны быть вписаны или напечатаны четко и аккуратно. Индексы построчные и надстрочные нужно писать разборчиво. Расстояние между текстом и формулами (вынесенными на середину строки), а также между самими формулами должно быть не менее 1 см. Под чертой в числителе дроби следует оставить место (не менее 2 мм) для разметки символов.
5. Буквы сходные в прописном и строчном начертании, в формулах следует разметить двумя черточками соответственно снизу или сверху: С,с; К,к; О,о; Р,р; S,s; U,u; W,w; X,x; Z,z.
6. В списке литературы ссылки приводить в алфавитном порядке. Ссылаясь на статью в журнале, указать фамилии авторов, инициалы, название статьи и журнала, год,

- том, выпуск и страницы. Для книг и других непериодических изданий указать фамилии всех авторов, инициалы, полное название книги, город, издательство, год издания, количество страниц. Цитируемую литературу в тексте приводить по фамилиям авторов, например (Михайлов, Иванов, 1970). Если авторов больше трех, указывается фамилия только первого автора, например (Петров и др., 1980). Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.
7. Статья должна быть подписана автором, а при наличии нескольких авторов – всеми соавторами. К рукописи прилагается авторская карточка с указанием фамилий, имен, отчеств авторов, их служебным адресом и телефоном.
 8. Рисунки выполняются в двух экземплярах с минимальным количеством обозначений. На обороте рисунка указать его номер, фамилии авторов и название статьи. Подписи к рисункам напечатать на отдельном листе через 2 интервала. Надписи на рисунках по возможности заменить цифрами или буквенными обозначениями. Иллюстрации прилагаются к статье в отдельном конверте в двух экземплярах.
 9. Фотографии нужно представить в двух экземплярах на белой глянцевой бумаге без дефектов с пометкой на обороте «ВЕРХ».
 10. Каждую таблицу печатать на отдельной странице.
 11. К статье прилагается реферат для ВИНТИ в двух экземплярах объемом не более одной страницы.
 12. Авторы могут представить статью на русском и английском языках одновременно, это гарантирует приемлемое для них качество перевода. Иностранные авторы могут представить статью только на английском языке.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Правила по подготовке электронной версии материалов

1. Электронная версия представляется авторами только после приема рукописи к публикации и должна содержать все необходимые правки в тексте статьи, в таблицах, рисунках и подписях к ним.
2. Перед отправкой дискеты (3,5 дюйма) проверьте ее содержимое на вирусы. Не используйте дискеты с физическими дефектами.
Возможно общение с редколлегией по E-mail: ecology@ipae.uran.ru
3. Желательно представлять основной текст статьи в формате Microsoft Word (любая версия) или в формате rtf.

Графический материал

1. В электронном виде принимаются как сканированные, так и рисованные на компьютере черно-белые иллюстрации. Для полутоновых фотографий и рисунков желательно использовать формат TIF, но можно использовать JPEG и GIF. Для сканированных штриховых рисунков желательно выполнить требование – 600 точек на дюйм, а для фотографий не менее 200. Каждый файл должен содержать один рисунок. Название файла должно отражать номер рисунка и его принадлежность к статье по фамилии автора.
2. Рисунки могут быть представлены в формате Excel или Microsoft Word (любая версия).