

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования «Витебский государственный  
университет имени П.М. Машерова»  
Кафедра экологии и охраны природы

# **ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

*Методические указания  
к проведению лабораторных работ  
для студентов биологических специальностей*

*Витебск  
ВГУ имени П.М. Машерова  
2016*

УДК 378.147.88:574(075.8)  
ББК 74.480.278я73+28.081я73  
О-64

Печатается по решению научно-методического совета учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова». Протокол № 5 от 25.05.2016 г.

Составители: заведующий кафедрой экологии и охраны природы ВГУ имени П.М. Машерова, кандидат биологических наук, доцент **И.А. Литвенкова**; старший преподаватель кафедры экологии и охраны природы ВГУ имени П.М. Машерова **Е.В. Шаматульская**

Р е ц е н з е н т ы :

доцент кафедры географии ВГУ имени П.М. Машерова,  
кандидат педагогических наук *С.В. Чубаро*;  
доцент кафедры охраны труда и промэкологии УО «ВГТУ»,  
кандидат технических наук *В.Е. Савенок*

**О-64** **Организация научно-исследовательской работы студентов :**  
методические указания к проведению лабораторных работ для студентов биологических специальностей / сост. : И.А. Литвенкова, Е.В. Шаматульская. – Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2016. – 40 с.

Данное учебное издание подготовлено в соответствии с типовой учебной программой по курсу «Организация научно-исследовательской работы». Оно знакомит студентов с методиками, теорией и основными методами организации научно-исследовательской работы, методами планирования современного эксперимента, анализа результатов эксперимента и принципами представления данных в публикациях и выступлениях.

Предназначено для студентов, обучающихся по биоэкологическим специальностям, учителям биологии и экологии, а также лицам, ведущим экологические исследования.

УДК 378.147.88:574(075.8)  
ББК 74.480.278я73+28.081я73

© ВГУ имени П.М. Машерова, 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
Лабораторная работа № 1 Составление и оформление библиографического списка при подготовке НИР .....	5
Лабораторная работа № 2 Использование измерительных приборов при оценке абиотических факторов среды .....	8
Лабораторная работа № 3 Планирование эксперимента и анализ результатов при оценке среднего эффекта доз. Пробит-анализ .....	14
Лабораторная работа № 4 Планирование исследований при фенологических наблюдениях .....	17
Лабораторная работа № 5 Техника рендомезации. Рендомезированные методы размещения вариантов при биоэкологических исследованиях ..	21
Лабораторная работа № 6 Применение методов математической статистики в НИР .....	24
Лабораторная работа № 7 Структура научно-исследовательской работы, требования к ее оформлению .....	27
Вопросы к зачету по курсу «Организация НИР» .....	38
Литература .....	40

## ВВЕДЕНИЕ

Цель курса – ознакомить студентов с методиками, теорией и основными методами организации научно-исследовательской работы, методами планирования современного эксперимента, анализа результатов эксперимента и принципами представления данных в публикациях и выступлениях.

В ходе изучения дисциплины «Организация НИР» студенты знакомятся со структурой и содержанием этапов исследовательского процесса; рассматривают основные понятия теории планирования эксперимента; осваивают методики организации и проведения научно-исследовательской работы; рассматривают основы выборочного метода исследования, принципы рендомизации, структуру и основные принципы планирования полевого эксперимента в экологии; учатся основам обработки и анализа экспериментальных данных; рассматривают некоторые методы математической статистики.

В рамках изучения курса анализируются понятия о требованиях к представлению данных в выступлениях и публикациях (требования к описанию эксперимента, анализу статистических результатов, цитированию данных и литературы; общие требования к графическому оформлению данных).

Обязательным элементом дисциплины является знакомство с классической структурой НИР (реферат, введение, материалы и методы, результаты, обсуждение), принципами подготовки устного и стендового докладов.

В ходе лабораторного практикума студентам предлагается закрепить теоретические знания и приобрести опыт экологических исследований на практике. Данное учебное издание включает лабораторные работы, вопросы к зачету и перечень литературы. В ходе проведения работ повторяются ключевые теоретические моменты отдельных разделов курса «Основы экологии».

При подготовке методических указаний использован опыт других вузов, научная и методическая литература, основной список которой приводится.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

### Составление и оформление библиографического списка при подготовке НИР

*Цель работы:* проанализировать правила библиографического и аналитического описания литературы и структуру публикаций.

*Оборудование:* различные типы литературных источников по научно-исследовательской тематике (книги, монографии, сборники научных трудов, реферативные и научные журналы, газеты, нормативно-правовые документы, авторефераты диссертаций, патенты, каталоги и др.).

#### Контрольные вопросы:

1. Дайте общую характеристику библиографического и аналитического описания источника литературы.
2. Каковы основные этапы работы с литературными источниками?
3. Что такое Реферативный журнал? Правила работы с реферативным журналом.
4. Какие виды научных источников литературы Вы знаете?

**Универсальная десятичная классификация (УДК).** В основу данной международной классификации положен десятичный принцип, в соответствии с которым вся совокупность знаний и направлений деятельности условно разделена в таблицах УДК на десять отделов, каждый из которых подразделяется на десять подотделов, те в свою очередь на десять подразделений и т.д. Каждое новое понятие получает свой цифровой индекс. Для удобства произношения каждые три цифры в индексе УДК, считая слева, отделяются от последующих точкой.

**Библиотечно-библиографическая классификация (ББК).** Для научных библиотек. В этой классификации науки располагаются в последовательности, объективно присущей явлениям внешнего мира. Классификация начинается с общественных наук, далее – в последовательности изучаемых объектов – изучающие природу, общество, мышление. Индекс основных делений состоит из заглавных букв русского алфавита: А – общественные науки, Б – естественные науки, В – физико-математические науки, Г – химические науки, Д – науки о Земле, Е – биологические науки и т.д. Далее каждый раздел делится на подразделы: Е – Биологические науки: Е5 Ботаника, Е59 Систематика растений, Е 592 Высшие растения, Е 592.632 Кипарисовы.

**Задание 1.** Проанализировать литературу по теме научного исследования (на примере курсовой работы). Изучить правила оформления библиографических источников (таблица 1). Составить список обязательно включив: Закон РБ, инструкция/постановление, учебник с 1 автором, с 2–3 авторами, 4 и более авторами, диссертация/автореферат, статья из журнала, тезисы (статья) из сборника, монография, электронный ресурсы (с автором).

Таблица 1 – Пример оформления библиографических источников

Характеристика источника	Пример библиографического описания
Книга с одним, двумя или тремя авторами	Мау, В.А. Реформы и догмы (1914-1929) / В.А. Мау. – М.: Дело, 1993. – 256 с. Дементей, Н.И. Уроки жизни / Н.И. Дементей. – Минск: БЕЛТА, 2005. – 272 с.
	Леонтьева, Г.А. Вспомогательные исторические дисциплины: учеб. для студ. вузов / Г.А. Леонтьева, П.А. Шорин, В.Б. Кобрин. – М.: ВЛАДОС, 2000. – 368 с.
Книга с четырьмя и более авторами	Культурология: учеб. пособие для вузов / С.В. Лапина [и др.]; под общ. ред. С.В. Лапиной. – 2-е изд. – Минск: ТетраСистемс, 2004. – 495 с.
	Основы геологии Беларуси / А.С. Махнач [и др.]; НАН Беларуси, Ин-т геол. наук; под общ. ред. А.С. Махнач. – Минск, 2004. – 391 с.
	Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г. / Нац. комис. по устойчивому развитию Респ. Беларусь; редкол.: Л.М. Александрович [и др.]. – Минск: Юнипак, 2004. – 202 с.
Многотомное издание	Гісторыя Беларусі: у 6 т. / рэдкал.: М. Касцюк (гал. рэд.) [і інш.]. – Мінск: Экаперспектыва, 2000 – 2005. – 6 т.
Законы и законодательные материалы	Конституция Республики Беларусь 1994 года (с изменениями и дополнениями, принятыми на республиканских референдумах 24 ноября 1996 г. и 17 октября 2004 г.). – Минск: Амалфея, 2005. – 48 с.
	О нормативных правовых актах Республики Беларусь: Закон Респ. Беларусь от 10 янв. 2000 г. № 361-3: с изм. и доп.: текст по состоянию на 1 дек. 2004 г. – Минск: Дикта, 2004. – 59 с.
	Инвестиционный кодекс Республики Беларусь: принят Палатой представителей 30 мая 2001г.: одобр. Советом Респ. 8 июня 2001 г.: текст Кодекса по состоянию на 10 февр. 2001 г. – Минск: Амалфея, 2005. – 83 с.
	Современные аспекты изучения алкогольной и наркотической зависимости: сб. науч. ст. / НАН Беларуси, Ин-т биохимии; науч. ред. В.В. Лелевич. – Гродно, 2004. – 223 с.
	Инструкция по исполнительному производству: утв. М-вом юстиции Респ. Беларусь 20.12.04. – Минск: Дикта, 2005. – 94 с.
Каталог	Каталог жесткокрылых (Coleoptera, Insecta) Беларуси / О.Р. Александрович [и др.]; Фонд фундам. исслед. Респ. Беларусь. – Минск, 1996. – 103 с.
Авторское свидетельство	Инерциальный волнограф: а. с. 1696865 СССР, МКИ5 G 01 C 13/00 / Ю.В. Дубинский, Н.Ю. Мордашова, А.В. Ференц; Казан. авиац. ин-т. – № 4497433; заявл. 24.10.88; опубл. 07.12.91 // Открытия. Изобрет. – 1991. – № 45. – С. 28.
Патент	Способ получения сульфокатионита: пат. 6210 Респ. Беларусь, МПК7 C 08 J 5/20, C 08 G 2/30 / Л.М. Ляхнович, С.В. Покровская, И.В. Волкова, С.М. Ткачев; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № а 0000011; заявл. 04.01.00; опубл. 30.06.04 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2004. – № 2. – С. 174.

Автореферат диссертации	Иволгина, Н.В. Оценка интеллектуальной собственности: на примере интеллектуальной промышленной собственности: автореферат дис. ... канд. экон. наук: 08.00.10; 08.00.05 / Н.В. Иволгина; Рос. экон. акад. – М., 2005. – 26 с.
Диссертация	Анисимов, П.В. Теоретические проблемы правового регулирования защиты прав человека: дис. ... д-ра юрид. наук: 12.00.01 / П.В. Анисимов. – Н.Новгород, 2005. – 370 л.
Ресурсы удаленного доступа	Лойша, Д. Республика Беларусь после расширения Европейского Союза: шенгенский процесс и концепция соседства / Д. Лойша // Белорус. журн. междунар. права [Электронный ресурс]. – 2004. – № 2. – Режим доступа: <a href="http://www.cenunst.bs.u.by/journal/2004.2/01.pdf">http://www.cenunst.bs.u.by/journal/2004.2/01.pdf</a> . – Дата доступа: 16.07.2005. Конституция Союза Советских Социалистических Республик: Принята Верховным Советом СССР 7 октября 1977 г. // Исторический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова [Электрон. ресурс]. – 2009. – Режим доступа: <a href="http://www.hist.msu.ru/ER/1977.htm">http://www.hist.msu.ru/ER/1977.htm</a> . – Дата доступа: 12.12.2008.
Электронные ресурсы	Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2005. – Режим доступа: <a href="http://www.pravo.by">http://www.pravo.by</a> . – Дата доступа: 25.01.2006.
Составная часть сборника	Скуратов, В.Г. Отдельные аспекты правового режима закладных в постсоветских государствах / В.Г. Скуратов // Экономико-правовая парадигма хозяйствования при переходе к цивилизованному рынку в Беларуси: сб. науч. ст. / Ин-т экономики НАН Беларуси, Центр исслед. инфраструктуры рынка; под науч. ред. П.Г. Никитенко. – Минск, 2004. – С. 208–217. Бочков, А.А. Единство правовых и моральных норм как условие построения правового государства и гражданского общества в Республике Беларусь / А.А. Бочков, Е.Ф. Ивашкевич // Право Беларуси: истоки, традиции, современность: материалы междунар. науч.-практ. конф., Полоцк, 21–22 мая 2004 г.: в 2 ч. / Полоц. гос. ун-т; редкол.: О.В. Мартышин [и др.]. – Новополоцк, 2004. – Ч. 1. – С. 74–76.
Статья из журнала	Розанов, А. Европейская безопасность: позиция Беларуси / А. Розанов // Белорус. журн. междунар. права и междунар. отношений. – 1996. – №1. – С. 56–58.
Статья из газеты	Возвращаем своё // Белорусы и рынок. – 2006. – 30 янв. – С. 15. Казлоўскі, В. Слова – за намі / В. Казлоўскі // Культура. – 2003. – 16-22 жніўня – С. 11.
Статья из энциклопедии, словаря	Мясникова, Л.А. Природа человека / Л.А. Мясникова // Современный философский словарь / под общ. ред. В.Е. Кемерова. – М., 2004. – С. 550–553.

**Задание 2.** Проанализировать структуру публикации и составить перечень основных элементов статьи.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

### Использование измерительных приборов при оценке абиотических факторов среды

**Цель работы:** изучить назначение и приемы использования измерительных приборов при оценке абиотических факторов среды.

**Оборудование:** максимальный и минимальный термометры, люксметр, психрометр, гигрометр, барометр, анемометр и др.

#### Контрольные вопросы:

1. Что такое абиотические факторы среды? Приведите примеры.
2. Назовите измерительные приборы, используемые при оценке абиотических факторов почвенной среды.
3. Назовите измерительные приборы, используемые при оценке абиотических факторов водной среды.
4. Назовите измерительные приборы, используемые при оценке абиотических факторов воздушной среды.

**Максимальный термометр** отмечает наивысшую температуру окружающей среды, которую она достигает за данный период времени, а минимальный термометр фиксирует наиболее низкую температуру, которая достигается за время измерений (рис. 1).

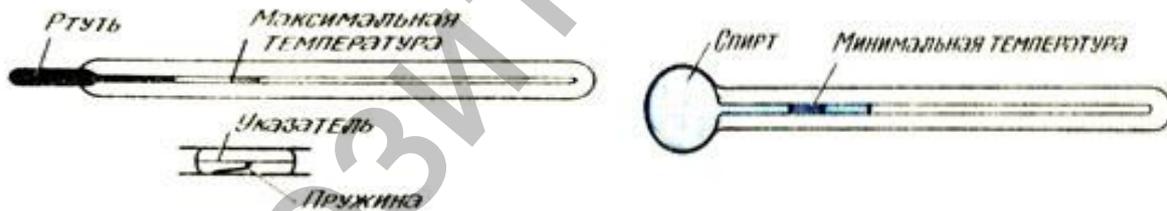


Рисунок 1 – Термометры

По мере роста температуры указатель продвигается вверх по столбику ртути, поскольку сталь плавает в ртути. Когда температура падает, указатель остается на месте, удерживаемый маленькой пружинкой. Указатель дает максимальное показание. Для установки термометра в исходное положение применяется магнит, возвращающий указатель на поверхность ртутного столба.

В минимальном термометре, показанном на рисунке, применяется спирт, а указатель находится внутри жидкости. Когда температура падает, спирт сжимается и указатель оттягивается назад силой поверхностного натяжения в мениске. Когда температура повышается, спирт протекает мимо указателя, который остается на месте. Указатель установлен здесь не столь плотно, как в максимальном термометре, и термометр используется в горизонтальном положении (например, для измерения минимальной темпера-

туры земли ночью). Если термометр слегка наклонить, то указатель соскользнет вниз по трубке и остановится в мениске. Так этот термометр приводится в исходное положение.

В термометрах используются две жидкости – ртуть и спирт.

*Ртуть.* Преимущества использования ртути в термометре следующие: она не смачивает стенки трубки; она хороший проводник тепла, и поэтому вся жидкость быстро приобретает температуру окружающей среды; она однородно расширяется; она имеет высокую точку кипения ( $357^{\circ}\text{C}$ ); она имеет низкую теплоемкость. Недостатки использования ртути следующие: она имеет высокую точку замерзания ( $-39^{\circ}\text{C}$ ); ее расширение достаточно низко.

Высокая точка замерзания означает, что ртутный термометр не может быть использован зимой в странах, где температура падает очень низко.

*Спирт.* Преимущества использования спирта в термометре следующие: он расширяется однородно; он имеет большой термический коэффициент расширения; он имеет низкую точку замерзания ( $-115^{\circ}\text{C}$ ).

Недостатки использования спирта следующие: он смачивает стенки трубки; он имеет низкую точку кипения ( $78^{\circ}\text{C}$ ); он имеет высокую теплоемкость.

Иногда отмечается, что бесцветность – это недостаток. Но это не является существенным, поскольку достаточно легко добавить красящее вещество. Спирт применяется в холодных странах зимой, потому что он имеет низкую температуру замерзания.

### **Максимально-минимальный термометр.**

Прибор для измерения экстремальных температур в почве на глубине узла кущения озимых культур в полевых условиях. Основан на термическом изменении объема рабочей жидкости — толуола, заключенного в замкнутую манометрическую систему, и на преобразовании этого изменения в перемещение стрелки прибора.

Измерение освещенности проводят при помощи люксметра (Ю-Иб), который состоит из светоприемника в виде селенового фотоэлемента, гальванометра и насадки-поглотителя. Люксметр КМ 16 имеет две шкалы измерений 0-30 и 0-100 (рис.2).



Рисунок 2 – Люксметр

**Методика измерений:** Люксметр устанавливают горизонтально и проверяют положение стрелки. Она должна быть на нуле. Если освещенность выше 100 Лк, пользуясь насадкой, проводят измерения, а результаты измерений по шкале прибора умножают на 10 или 100 в зависимости от насадки.

Освещенность измеряется в Лк – люксах; 1 люмен/м. кв. (люмен Lm – единица величины светового потока) – показатель, которому должны соответствовать офисные и иные не жилые здания, для величины которого существуют отечественные и международные нормы (табл.1).

Таблица 1 – Показатели соответствия нормам

Тип помещения	Освещенность (лк) по РБ нормам (СНиП 23-05-95)	Освещенность (лк) по Международным нормам (МКО)
Офисы общего назначения с использованием компьютеров	200–300	500
Офисы большой площади со свободной планировкой	400	750
Офисы с чертежными работами	500	1000
Конференц-залы	200	300
Лестницы, эскалаторы	50–100	150
Коридоры, холлы	50–75	100
Архивы	75	200
Кладовые	50	

### Измерение влажности и скорости движения воздуха

Влажность воздуха характеризуется содержанием в нем определенного количества водяных паров. Различают *абсолютную* и *относительную* влажность воздуха. *Абсолютная* влажность – это масса водяного пара в 1 м<sup>3</sup> влажного воздуха, кг/м<sup>3</sup>. *Относительная* влажность  $j$  – это отношение количества водяных паров, содержащихся в воздухе, к количеству водяных паров, насыщающих воздух при данной температуре и давлении, выражаемое в процентах.

Для измерения относительной влажности воздуха применяют гигрометры, гигрографы и психрометры.

*Гигрометры* («гигро» – влажный) – приборы для определения абсолютной и относительной влажности воздуха.

*Гигрографы* – приборы для непрерывной регистрации относительной влажности воздуха. Чувствительным элементом гигрографа служит пучок обезжиренных человеческих волос или органическая пленка, изменяющие свою длину в зависимости от влажности и перемещающие посредством системы рычагов специальное пишущее перо. Запись происходит на раз-

графленой ленте, надетой на барабан, вращаемый часовым механизмом. В результате движения барабана в горизонтальном направлении, а пера – в вертикальном, на ленте вычерчивается непрерывная кривая (гидрограмма).

В зависимости от продолжительности оборота барабана гигрографы бывают суточные и недельные.

*Психрометры* – приборы для измерения влажности воздуха и его температуры. Существуют несколько типов: стационарные, аспирационные, дистанционные.

Стационарный психрометр Августа предназначен для измерения относительной влажности воздуха в стационарных условиях.

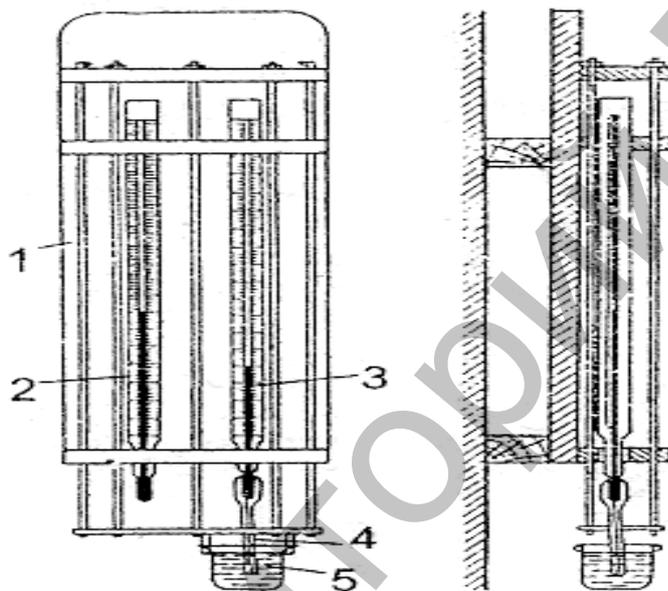


Рисунок 3 – Стационарный психрометр Августа

Принцип действия этого прибора (рис. 3) основан на разности показаний «сухого» (2) и «влажного» (3) термометров в зависимости от влажности окружающего воздуха.

Прибор состоит из двух термометров, укрепленных на щите (1). Чувствительная часть одного из них обернута тканью (батист) (4), конец которой опускается в трубку с дистиллированной водой (5). Таким образом, ртутный резервуар одного из термометров всегда остается смоченным, а другой – сухим. Вода, пропитывающая ткань, испаряясь с различной скоростью в зависимости от влажности и скорости движения воздуха, отнимает тепло у термометра и охлаждает его. В результате «влажный» термометр показывает более низкую температуру, чем «сухой». Чем суше воздух, тем энергичнее происходит испарение, тем больше будет разница между показаниями «сухого» и «влажного» термометров.

Затем для определения влажности воздуха пользуются психрометрическими таблицами по разности между «сухим» и «влажным» термометрами и показанию «влажного» термометра с помощью психрометрической

таблицы определяют относительную влажность при скорости движения воздуха до 0,3 м/с.

Наиболее совершенным прибором для определения относительной влажности в стационарных и полевых условиях является аспирационный психрометр Ассмана. Искусственная вентиляция в приборе осуществляется пружинным вентилятором. Принцип действия этого психрометра (рис. 4) аналогичен психрометру Августа.

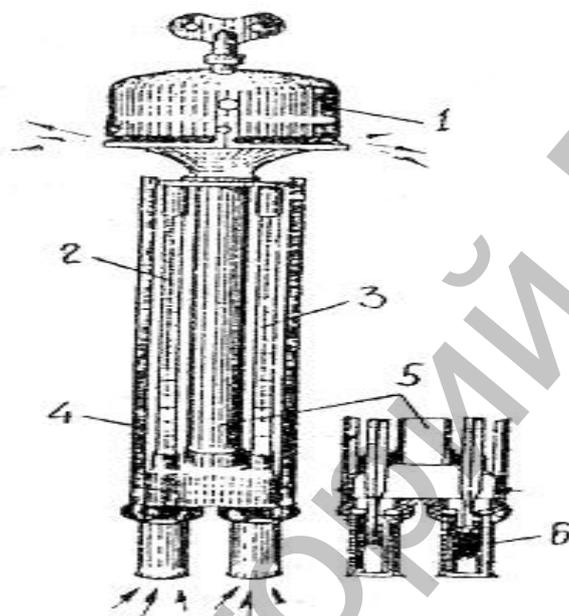


Рисунок 4 – Аспирационный психрометр Ассмана

Прибор работает следующим образом: вращением вентилятора в прибор засасывается воздух, который обтекая резервуары термометров, проходит по воздухопроводной трубке (5) к вентилятору и выбрасывается им наружу через прорези. (На рис. 2.3 стрелками отмечено движение воздуха.) Благодаря протеканию вокруг резервуаров термометров потока воздуха с постоянной скоростью около 2,5 м/с «сухой» термометр показывает температуру этого потока, а показания «влажного» термометра будут меньше, так как он охлаждается вследствие испарения воды с поверхности ткани. И чем суше воздух, тем сильнее испарение воды, и тем больше разница в показаниях термометров.

Значение относительной влажности воздуха находится аналогично, как и при измерении стационарным психрометром Августа.

Дистанционное определение относительной влажности воздуха можно производить по принципу психрометра, т.е. по разности показаний «сухого» и «влажного» термометров сопротивления и далее с помощью психрометрической таблицы или номограммы. В этом случае один датчик помещают в батистовый чехол, постоянно смачиваемый водой. За счет от-

бора тепла на испарение воды он будет показывать более низкую температуру, чем «сухой» датчик. Разность показаний этих датчиков будет зависеть от влажности воздуха в помещении.

### Измерение скорости движения воздуха

Скорость движения воздушного потока измеряют с помощью анемометров, *Анемометр* состоит из крыльчатого или чашечного колесика, насаженного на ось счетчика (рис. 5). При проходе воздуха колесико вращается, а счетчик отсчитывает скорость. Существуют анемометры с часовыми механизмами, которые позволяют автоматически регистрировать скорость воздуха от 0,5 м/с и выше.

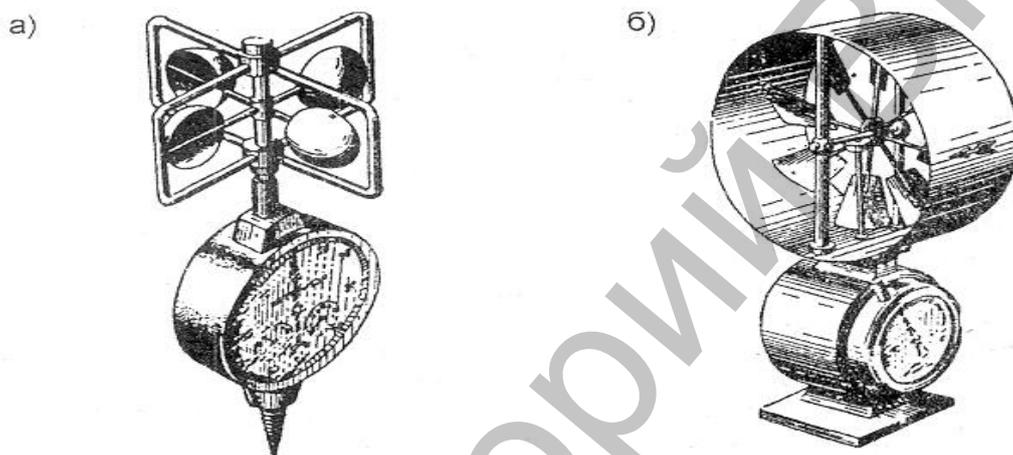


Рисунок 5 – Анемометр: а) чашечный; б) крыльчатый

Полученные данные оформить в виде таблицы. Сделать вывод по работе.

Таблица – Измерительные приборы, используемы при оценке абиотических факторов среды

Название прибора	Назначение	Краткая характеристика (устройство)	Данные полученных замеров

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

### Планирование эксперимента и анализ результатов при оценке среднего эффекта доз. Пробит-анализ

*Цель работы:* проанализировать результаты при оценке среднего эффекта доз. Изучить методику пробит-анализа.

*Оборудование:* калькуляторы, карандаши, линейки.

#### Контрольные вопросы:

1. Дайте характеристику специального метода – пробит-анализа. В каких случаях возможно использование данного метода?
2. Что такое пробит?
3. В чем суть определения среднего эффекта доз при использовании графического способа?
4. В чем суть определения среднего эффекта доз при использовании аналитического (табличного) способа?

При изучении силы действия повреждающих факторов (излучений, химических средств борьбы с вредителями, болезнями и сорняками) на биологические объекты широко используется специальный статистический метод – пробит-анализ. Например, чувствительность определенного вида вредителей к инсектицидам или излучениям может характеризоваться дозой, вызывающей полную их гибель. Однако измерение летальной дозы для отдельной особи практически невозможно. За усредненную характеристику летального действия повреждающего фактора принимают дозу, при которой погибает 50% особей. Для этого всю подопытную совокупность разбивают на группы и на каждую независимую группу, состоящую из большого числа особей, воздействуют изучаемым препаратом в различных все возрастающих дозах. Экспериментальные данные, полученные в радиобиологии, токсикологии и микробиологии, показывают, что зависимость между долей отрицательно (или положительно) реагирующих особей на биологически активный препарат выражается кривой, имеющей сложную S-образную форму («кривая эффекта»). Для определения среднего эффекта доз используют графический и аналитический способы.

**Графический способ.** В ходе данного способа «кривую эффекта» трансформируют в прямую линию. Для этого на оси абсцисс откладывают логарифмы доз изучаемого препарата, а по оси ординат – процентное выражение гибели подопытных особей, трансформированное в условные вероятностные величины, называемые **пробит**. На получившейся прямой с остаточной достоверностью возможно определить любую дозу смертности.

**Аналитический способ.** Определение среднего эффекта доз данным способом осуществляется по специальным формулам (Беренса, Першина) с предварительной группировкой данных в базовые таблицы.

### I Определение среднего эффекта доз графическим способом

**Задание 1.** Испытывалась сила яда в дозах, рассчитанных в мг/кг веса животных. Испытания проводились на 9 особях, эффективность доз учитывалась по летальному исходу. Полученные результаты приведены в таблице 1. Заполнить таблицу: определить накопленные частоты, рассчитать эффективность действия доз. Нанести данные таблицы на график.

Таблица 1 – Данные эксперимента

Доза, мг/кг	Эффективность действия		Накопленные частоты		Эффективность действия доз*
	погибло	выжило	погибших	выживших	
100	0	10	0	50	0
110	0	10	0	40	0
120	1	9	1	30	3,2
130	3	7	4	21	16,0
140	4	6	8	14	36,4
150	6	4	14	8	63,6
160	7	3	21	4	84,0
170	9	1	30	1	96,8
180	10	0	40	0	100

\* – выражается в % погибших (по накопленным частотам) от общего числа испытуемых (по накопленным частотам).

### II Определение среднего эффекта доз аналитическим способом

**Задание 2.** Определить чувствительность вредителя к инсектициду (среднюю дозу эффекта) табличным способом по формуле Кербера:

$$LD_{50} = ED_{100} - \frac{\sum(z \cdot d)}{n}, \text{ где}$$

$ED_{100}$  – предельная доза вещества, вызывающая учитываемый эффект у всех особей подопытной группы;  $z$  – среднее арифметическое из  $n$  особей, у которых наблюдался эффект от двух смежных доз;  $n$  – число особей в каждой смежной группе.

Таблица 2 – Данные эксперимента

Доза, мг/кг	110	120	130	140	150	160	170	180
Выжило	10	9	7	6	4	3	1	0
Погибло	0	1	3	4	6	7	9	10
$z$		0,5	2,0	3,5	5,0	6,5	8,0	9,5
$d$		10	10	10	10	10	10	10
$z \cdot d$		5	20	35	50	65	80	95

**Задание 3.** Определить чувствительность вредителя к инсектициду (среднюю дозу эффекта) табличным способом по формуле Першина:

$$LD_{50} = \frac{\sum a \cdot d}{200}, \text{ где}$$

$a$  – сумма смежных доз,  $d$  – разность между % летальных исходов от смежных доз.

Данные эксперимента приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Данные эксперимента

Дозы, мг/кг	110	120	130	140	150	160	170	180
Результаты опыта (погибло/выжило)	0/10	1/9	3/7	4/6	6/4	7/3	9/1	10/0
% погибших	0	10	30	40	60	70	90	100
$a$		230	250	270	290	310	330	350
$d$		10	20	10	20	10	20	10
$a \cdot d$		2300	5000	2700	5800	3100	6600	3500

### III Определение силы действия повреждающего фактора на биологические объекты статистическим методом (пробит-анализ)

**Задание 4.** Препарат испытывали в качестве контактного инсектицида на мухах, которых помещали в чашки по 20—25 штук. Изучали несколько концентраций препарата, причем для каждой из концентраций использовали по девять параллельных чашек. Определяли гибель мух в каждой чашке, а затем по данным гибели в девяти чашках вычисляли среднюю частоту гибели для каждой дозы (Таблица 4).

Таблица 4 – Результаты опыта по испытанию действия инсектицида на мух

Доза (концентрация, в мг/л) $D$	Средняя гибель (в %)	Преобразованные значения доз и процента гибели	
		$\lg D$ (ось X)	значение пробит (ось Y)
250	13	2,398	3,87
500	15	2,699	3,96
1000	22	3,000	4,23
2000	39	3,301	4,72
8000	66	3,903	5,41

Алгоритм обработки результатов опыта с помощью пробит-анализа:

1) Преобразовать проценты средней гибели в пробиты по таблице 5, данные занести в таблицу 4.

2) Преобразовать дозы в их логарифмы и занести данные в таблицу 4.

3) Построить график, выражающий зависимость «эффект-доза». По оси абсцисс откладываются логарифмы доз препарата, а по оси ординат – значения пробит. Через найденные точки

проводят прямую линию.

4) С помощью графика определить  $LD_{50}$ ,  $LD_{90}$ .

Сделать вывод по работе.

Таблица 5 – Данные по средней гибели, %

Гибель (в %)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	–	2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,0	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

### Планирование исследований при фенологических наблюдениях

**Цель работы:** сформировать представления о сезонной ритмике растительных организмов и значении этого явления для сообщества и экосистемы в целом; научиться планировать исследования при фенологических наблюдениях

**Оборудование:** миллиметровая бумага, линейка, карандаши.

#### Контрольные вопросы:

1. Типы фенологических наблюдений.
2. Определение феноявлений у растений: фенофазы травянистых злаков, лиственных и хвойных древесных растений, фенофазы высшей водной растительности.
3. Планирование исследований: выбор участка и объекта для фенологических наблюдений.
4. Установление сроков начала и конца вегетации.

Фенологические наблюдения – это основа всех экологических прогнозов. Под влиянием неблагоприятных изменений абиотических, биоти-

ческих и антропогенных факторов среды у растений в пределах генетически обусловленной нормы реакции происходит смещение фенофаз, иногда – накладка одной фенофазы на другую, выпадение фенофаз. Различают следующие фенофазы растений.

У травянистых злаковых: всходы, кущение, выход в трубку, образование листьев, цветение, начало созревания плодов, полное их созревание, начало рассеивания плодов и семян.

У древесных растений: 1. Зимний покой. Начинается тогда, когда осенью почти у всех листьев изменилась окраска, характерная для летнего состояния, сформировалась почка. Различают стадии покоя: предпокой, глубокий покой, вынужденный покой. 2. Начало весеннего сокодвижения – «весенний плач» (у кленов, берез, винограда). Признаком начала фазы является появление капелек сока после прокола коры. 3. Набухание почек. Наступает тогда, когда почки заметно увеличиваются в размерах, кроющиеся чешуйки расходятся. 4. Распускание почек. Появляются кончики самых первых листьев (хвоинок), опадают почечные чешуи. 5. Развертывание листьев. Появляются первые листочки, которые могут быть еще очень маленькими, иметь складчатую поверхность, светло-зеленую окраску. 6. Рост побегов. У одних видов (сосна) начинается до появления листьев – хвоинок, у других (тополь, липа) во время роста листьев, у третьих (ольха, береза, лиственница) после появления первых листьев. 7. Летняя вегетация. Начинается тогда, когда первые по времени появления листья приобретут характерные для их летнего состояния размеры и окраску. 8. Осеннее расцвечивание листьев. Начинается со времени появления первых по осеннему окрашенных листьев. Часто первым признаком фазы служит появление в кронах деревьев отдельных веток с полностью пожелтевшими листьями. У вечнозеленых растений фаза характеризуется отмиранием самых старых листьев (хвои). 9. Осеннее опадение листьев. Обычно начинается одновременно с расцвечиванием листьев. У растений из рода ольховых, тополевых - со времени опадения первых зеленых листьев.

Наиболее информативным суммарным признаком влияния антропогенных или других (абиотических и биотических) факторов среды является длина вегетационного периода. За начало вегетационного периода в метеорологии условно принимается момент, когда среднесуточная температура воздуха превышает  $+5^{\circ}\text{C}$ . Биологи за начало вегетации у растений принимают первые признаки набухания почек, реже – появление кончиков листьев. Другие ученые за начало вегетации принимают те весенние изменения в растениях, при которых обязательно поступление воды. У многих растений таким признаком может считаться наступление набухания почек, т.е. времени очень заметного и почти непрерывного роста.

У вечнозеленых растений, помимо восстановления тургора (если он был утрачен), очень хорошим признаком начала вегетации следует считать ясно отмечаемое приобретение листьями багульника, брусники и хвоей

можжевельника, сосны, ели типичной для лета темной окраски. В лесах начало весеннего плача у березы, клена является первым признаком начала вегетации.

Таким же информативным признаком является разворачивание первых листьев у весенних эфемероидов.

За конец вегетации метеорологи принимают образование снежного покрова. Многие исследователи концом вегетации считают опадение листьев у древесных пород. Другие принимают за конец вегетации у летнезеленого растения момент, когда заканчивается фаза осеннего расцветивания листьев, т.е. фактически – разрушение хлорофилла и окончание фотосинтеза. У вечнозеленых растений за окончание периода вегетации считается правильным отмечать ту дату, когда начнется изменение летней окраски листьев или хвои (частичное разрушение хлорофилла).

**Выбор объектов для фенонаблюдений.** Из всего многообразия фенообъектов и сезонных явлений природы необходимо выбрать для наблюдения те из них, которые:

а) наиболее характерно и ярко отражают существенные стороны местных природных условий;

б) доступны для систематических и эпизодических наблюдений, т.е. находятся недалеко от часто посещаемых мест;

в) внешние различия между фенологическими фазами выбранных видов должны быть хорошо заметны (не рекомендуется использовать в качестве модельных видов злаки из-за трудности в определении фенологических фаз у этой группы);

г) выбранные объекты должны быть обычными для данного сообщества.

**Задание:**

1. Построить и объяснить феноспектры (прохождение фенофаз) для одной и той же древесной породы (например, каштан конский) при ее произрастании в районе водохранилища с большой акваторией, расположенного в пределах городской экосистемы, и при произрастании этого же вида в посадках центральных улиц города (табл.). Построить и объяснить феноспектры (прохождение фенофаз) для липы, растущей в уличных посадках городской среды и в загородном парке.

2. Нанести на феноспектр длину вегетационного периода древесных пород в резко различающихся условиях среды.

3. Выдвинуть версию – объяснение изменения феноритмов при произрастании древесных пород в разных экологических условиях и возможности использования этого интегрального показателя как весьма информативного биоиндикатора.

**Ход работы:**

На листе миллиметровой бумаги размером 20х30 проводят горизонтальную линию, которую делят на отрезки, обозначающие 12 месяцев

(или 6–7 месяцев вегетации); каждый месяц делится на декады. Подекадно наносят на том же листе графики: в виде столбиков осадки и ломаной линией – температуру воздуха. Эти данные необходимы для объяснения характера прохождения фенофаз в зависимости от климатических или микроклиматических условий (например, год влажный или засушливый). В случае одинаковых абиотических факторов и различий только в антропогенном влиянии показатели температуры и осадки можно опустить.

Выбирают условные обозначения для отдельных фенофаз, согласно легенде и заданию строят график, называемый феноспектром. Каждая фенофаза постепенно переходит в другую фенофазу. поэтому линии раздела между фенофазами наклонные (это означает, что растения переходят из одной фазы в другую не все одновременно). Удлинение сроков тех или иных фенофаз возможно из-за изменения экологических условий: например, переувлажнения почвы в зимний период, большого количества осадков на фоне длительного теплого лета и др. Сокращение фенофаз наблюдается в случае стрессовых условий: внезапный легкий заморозок или засухи, внезапные аварийные выбросы предприятий. В этих случаях переход одной фенофазы в другую может быть резким.

Таблица – Сроки начала и окончания фенофаз у древесных видов

№ фено-фазы	Название фенофазы	Сроки прохождения фенофаз			
		Порода – каштан		Порода – липа	
		Вблизи водохранилища	Центральные улицы	Загородный парк	Центральные улицы
3	Начало набухания почек	10.IV–30. IV	30. III–10. IV	10. IV–25.IV	5. IV–10. IV
4	Начало облиствения	30. IV–5. V	10. IV–20. IV	25. IV–5. V	10. IV–20. IV
5	Развертывание листьев	5.V–20.V	20. IV–15. V	5.V–20.V	20. IV–22.IV
6	Рост побегов	20.V–10. IX	10.V–15.VIII	10.V–25.VIII	5.V–30.VII
7	Фаза летней вегетации: начало-конец	10.VI–15.VII 15. IX–20.X	1. V–20. V. 16.VIII–20. III	25.V–30. V 25.VIII–15. IX	20.V–25. V 10.VIII–15. VIII
8а	Начало осеннего расцветивания листьев	15. IX–20.X	16.VIII–20. III	25.VIII–15. IX	10.VIII–15. VIII
8б	Полное расцветивание листьев	20.X–20.XI	30.VIII–10.IX	25.IX–20. X	25.VIII–30.VIII
9а	Начало осеннего листопада	20.XI–10.XII	30.VIII–30. IX	10.X–25.X	30.VIII–10.IX
9б	Полное опадение листьев	Не произошло	30.IX–30. X	25.X–25.XI	10.X–20.XI

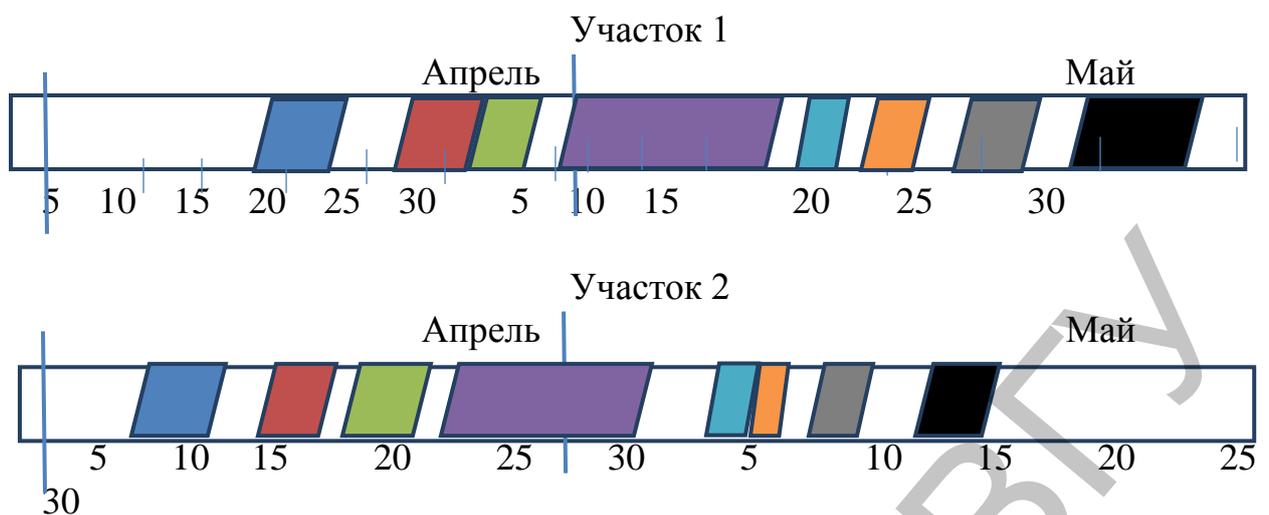


Рисунок 2 – Образец феноспектров (прохождение фенофаз)

Сделайте вывод по работе.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

### Техника рендомизации. Рендомизированные методы размещения вариантов при биоэкологических исследованиях

*Цель работы:* проанализировать технику рендомизации, научиться размещать варианты при экологических исследованиях.

*Оборудование:* таблицы случайных чисел.

#### Контрольные вопросы:

1. В чем суть метода рендомизации? Возможность применения данного метода при биоэкологических исследованиях?
2. Метод малых выборок и его применение при организации биоэкологических исследований.
3. Дайте общую характеристику методу неорганизованных повторений (полная рендомизация).
4. Перечислите способы рендомизированных повторений.
5. В чем суть размещения вариантов методом латинского квадрата и прямоугольника.
6. В чем суть размещения вариантов методом расщепленных делянок.
7. В чем суть размещения вариантов смешанным методом.

Эксперимент (от лат. *experimentum* – проба, опыт) – метод познания, при помощи которого в контролируемых и управляемых условиях исследуются явления природы и общества.

В зависимости от числа факторов, которые влияют на те, или иные признаки биологических объектов, различают:

- однофакторные опыты – исследуется влияние только одного фактора на признаки растений (например, типа удобрений);
  - многофакторные опыты – исследуются влияние двух, трех и более факторов (например, типа удобрений и площади питания растений).
- В зависимости от длительности эксперимента различают:

- краткосрочные опыты – длительность составляет 1–3 года;
- многолетние опыты – длительность более 3 лет.

Рассмотрим основные методические требования к опытам, проводимым на растениях в полевых условиях.

1) **типичность** – соответствие условий проведения опыта почвенно-климатическим условиям данной зоны;

2) **принцип единственного различия** – варианты опыта должны отличаться друг от друга только по одному изучаемому параметру (признаку), например, мы проводим сортоизучение, в этом случае вариантом опыта является сорт растения, то есть, варианты (сорты) отличаются друг от друга только по генотипу, других отличий быть не может (возраст, площадь питания, почва, орошение, удобрения, защита растений и т.д.);

3) **точность опыта** – доля ошибки репрезентативности по отношению к средней арифметической, выраженная в процентах (не более 8%) а пределах варианта.

### Разработка схемы закладки опыта

Схема закладки опыта включает определение следующих обязательных параметров:

1) число вариантов: вариантом может быть растение, сорт, условие возделывания

(в том числе год наблюдения), агротехнический прием или их сочетание:

- число вариантов зависит от цели и задач эксперимента;
- число вариантов не должно быть больше 10–12 (60–64 площадки);
- контрольный вариант (контроль, стандарт) – один или несколько вариантов с которыми сравнивают опытные варианты;
- чем больше число вариантов, тем меньше повторностей, что приводит к уменьшению точности опыта;
- чем меньше число вариантов, тем больше повторностей, что приводит к увеличению точности опыта
- схема опыта – совокупность контрольных и опытных вариантов, объединенных общей идеей.

- площадь и форма делянок (пробных площадок): пробная площадка – это участок земли для размещения контрольных и опытных вариантов:
  - площадь площадки зависит от площади питания растения, она может составлять 1–200 м<sup>2</sup>.
  - форма площадки – обычно квадратная или прямоугольная (соотношение сторон, как правило, не более 10).
  - количество повторностей:
    - повторность опыта необходима для увеличения его точности (снижения ошибок репрезентативности);
    - различают повторность в пространстве и во времени;
    - повторность в пространстве – число одинаковых площадок каждого варианта опыта;
    - число повторностей прямо пропорционально коэффициенту вариации и обратно пропорционально точности опыта, то есть, примерно равно:  $(cv/m\%)^2$
    - обычно число повторностей варьирует от 3 до 6;
    - повторность во времени – число лет испытаний, обычно оно варьирует от 3 до 5 лет, для древесных растений этот период может быть значительно большим;
    - повторение – часть площади опытного участка, включающая делянки с полным набором вариантов опыта.

Способы размещения повторностей: сплошное и разбросанное:

**сплошное** – когда все повторения объединены территориально, применяется чаще всего;

**разбросанное** – когда повторения по одному или по несколько расположены в разных местах, применяется как вынужденная мера при малых площадях участков.

способы размещения вариантов внутри повторности (повторения): систематическое и **случайное** (рендомизированное):

**Систематическое** – повторения или варианты внутри повторения располагаются по заранее намеченной системе, например, по при сортоизучении по географическому происхождению сортов, или при изучении влияния доз удобрений на урожайность в порядке увеличения дозы и т.п.;

**Случайное** – каждый вариант имеет равную вероятность, равный шанс попасть на любую часть участка, то есть, варианты в пределах повторности размещаются случайно, с точки зрения статистики более предпочтителен.

**Задание 1.** Произвести планирование случайной выборки в опыте с 6-ю вариантами в 4-х повторениях по таблице случайных чисел. Произвести планирование опыта трех вариантов в 4-х повторностях методом полной рендомизации, в каких случаях используется данный метод.

**Задание 2.** Спланировать схему размещения трех вариантов двумя блоками, в каких случаях используется данный метод.

**Задание 3.** Составить схему размещения опытов с 4 и 8 вариантами латинским квадратом.

**Задание 4.** Составить схему размещения опыта с 12, 15 и 20 вариантами латинским прямоугольником. При 7–8 и более вариантах постановка опытов латинским квадратом нецелесообразна и в данном случае закладывается опыт латинским прямоугольником. В этом случае число вариантов должно быть кратным числу повторностей. Число вариантов должно делиться без остатка на число повторностей. Частное от деления дает число делянок, на которое необходимо расщепить столбец соответствующего латинского квадрата. Например, при изучении 12 вариантов в четырехкратной повторности, каждый столбец латинского квадрата 4x4 необходимо расщепить в вертикальном или горизонтальном направлении на три полосы ( $12:4=3$ ). Произведение цифр  $4 \times 4 \times 3 = 48$  дает общее число делянок в опыте, а произведение двух последних цифр  $4 \times 3 = 12$  – количество вариантов. Варианты по делянкам рандомизируются так, чтобы ряд и столбец имели полный набор всех вариантов.

**Задание 5.** Составить схему размещения двухфакторного опыта с 15 вариантами (5x3) методом расщепленных делянок, при четырехкратной повторности.

Сделать вывод по работе.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

### Применение методов математической статистики в НИР

**Цель работы:** научиться анализировать характер изменчивости признака и степень корреляции при биоэкологических исследованиях.

**Оборудование:** калькуляторы.

**Задание 1.** Произвести анализ вариационного ряда, образующегося изменчивостью длины и ширины листа. Проанализировать показатели срединного вариационного ряда (медиану, моду и др.).

Таблица 1 – Параметры листьев

№	Ширина листа	Длина листа	№	Ширина листа	Длина листа	№	Ширина листа	Длина листа
1	2	3	11	7	11	21	6	9
2	2,5	4	12	4,5	7	22	5	8
3	1	2,5	13	5	7,5	23	4	7
4	6	9	14	4,5	8	24	6	9
5	5	8	15	7	11	25	2	4
6	4	7	16	2	4	26	6	9
7	6	9	17	9	12	27	5	8
8	2	4	18	7	10	28	1	4
9	9	12	19	7	11	29	3	5,5
10	7	10	20	4,5	7	30	2,5	6

**Задание 2.** Построить вариационную кривую.

Вариационная кривая – это графическое изображение зависимости между размахом изменчивости признака и частотой встречаемости отдельных вариантов данного признака. Наиболее типичный показатель признака – это его средняя величина, то есть среднее арифметическое вариационного ряда.

**Задание 3.** Рассчитать показатель, характеризующий изменчивость вариационного ряда (признака) и его ошибку.

$$V = \frac{\sigma}{\bar{X}} \times 100\%$$
 , где  $V$  - искомый показатель,  $\sigma$  – среднее квадратичное отклонение,  $\bar{X}$  – средняя величина,  $n$  – объем выборки

$$m_{\bar{X}} = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Таблица 2 – Характер изменчивости признака (%)

Коэффициент изменчивости, $V$	До 5	6–10	11–20	21–50	Более 50
Характер изменчивости	слабая	умеренная	значительная	большая	Очень большая

**Задание 4.** Рассчитать корреляцию, определить характер связи. Рассчитать ошибку корреляции.

$$M_r = \pm 1 - r^2/\sqrt{n}$$

Таблица 3 – Характер корреляционных связей

Коэффициент корреляции	Теснота связи
До 0,3	Слабая
0,31 – 0,5	Умеренная
0,51 – 0,7	Значительная
0,71 – 0,9	Высокая
Более 0,91	Очень высокая

**Задание 5.** Определить зависимость количества клещей от этажности здания. Рассчитать корреляцию r-Спирмена.

Таблица 4– **Количество клещей в многоэтажных домах**

№	Количество клещей	Этаж	№	Количество клещей	Этаж	№	Количество клещей	Этаж
1	29	3	11	2	10	21	2	10
2	25	4	12	4	7	22	5	8
3	71	2	13	5	7	23	4	7
4	6	9	14	4	8	24	29	3
5	15	8	15	79	1	25	25	4
6	4	7	16	2	10	26	71	2
7	16	9	17	4	7	27	6	9
8	29	4	18	5	7	28	15	8
9	3	10	19	4	8	29	4	7
10	1	10	20	69	1	30	29	3

Рассмотрим расчет коэффициента корреляции r-Спирмен на примере. Допустим у нас есть данные на 14 учащихся одного класса по уровню интеллекта (IQ) и время решения серии логических заданий (X).

№	Уровень интеллекта (IQ)	Время решения логических задач в секундах (X)	№	Уровень интеллекта (IQ)	Время решения логических задач в секундах (X)
1	100	154	8	132	100
2	118	123	9	122	114
3	112	120	10	121	115
4	97	213	11	115	107
5	99	200	12	117	176
6	103	187	13	109	143
7	102	155	14	111	111

1. Проанжируем полученные данные по столбцу (переменной) IQ и по столбцу (переменной) X.

№	ранг IQ	ранг X	№	ранг IQ	ранг X
1	3	9	8	14	1
2	11	7	9	13	4
3	8	6	10	12	5
4	1	14	11	9	2
5	2	13	12	10	11
6	5	12	13	6	8
7	4	10	14	7	3

2. Вычислим разность рангов по каждому случаю.
3. Возведем полученную на втором шаге разность в квадрат.

№	delta = ранг IQ — ранг X	$delta^2$	№	delta = ранг IQ — ранг X	$delta^2$
1	-6	36	8	13	169
2	4	16	9	9	81
3	2	4	10	7	49
4	-13	169	11	7	49
5	-11	121	12	-1	1
6	-7	49	13	-2	4
7	-6	36	14	4	16

4. Найдем сумму квадратов разностей:  
 $36+16+4+169+121+49+36+169+81+49+49+1+4+16=180$ .

5. Подставим имеющиеся значения в формулу коэффициента корреляции

$$r_s = 1 - \frac{6 \cdot 800}{14 \cdot (196 - 1)} = -0,76$$

Вывод: между уровнем IQ и агрессивностью есть сильная отрицательная связь со значением -0,76.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

### Структура научно-исследовательской работы, требования к ее оформлению

*Цель работы:* анализ структуры научно-исследовательской работы и ее оформление.

*Оборудование:* курсовые и дипломные работы.

#### Контрольные вопросы

1. Перечислите основные этапы и виды выполняемых работ при организации научно-исследовательской работы.
2. Что такое предмет и объект научного исследования?
3. Актуальность научного исследования и требования к ее обоснованию.
4. Требования к формулировке цели и задачам научно-исследовательской работы.

5. Что такое гипотеза научно-исследовательской работы?
6. Приведите примеры теоретических, эмпирических и статистических методов, используемых при выполнении научных исследований по биоэкологии.
7. Каковы требования к формулировке выводов?

## Структура и содержание этапов исследовательского процесса

### 1. Подготовительный этап

#### 1.1 Общее ознакомление с проблемой исследования.

Процесс научного исследования начинается с постановки проблемы и выбора темы исследования. Тема – это не просто название работы, это намечаемый результат исследования, направленный на решение конкретной проблемы. Главнейший вопрос научной работы – проблемный аспект темы. Тема существует долго, а проблемный аспект ее меняется под влиянием исторического времени, научно-технического прогресса, изменения мировоззренческих взглядов на природу. В теме отражается проблема в ее характерных чертах. Таким образом, точно сформулированный проблемный аспект темы во многом предопределяет конечный результат исследования.

Принципы и требования, определяющие формулировку темы дипломной работы: актуальность, конкретность, проблемный аспект, определенность понятий, краткость.

Актуальность – новизна, связь с жизнью общества, назревшее противоречие. **Актуальность темы исследования** – это степень ее важности в данный момент исследования и в данной ситуации для решения данных проблем, вопроса или задачи. **Обоснование актуальности исследования** – элемент, позволяющий судить о глубине понимания дипломанта проблемы собственного исследования и соответственно о качестве выполненного исследования. Обосновать актуальность – значит объяснить необходимость изучения данной темы в контексте общего процесса научного познания. Отметим некоторые ошибки, которые могут возникнуть при описании актуальности:

- она занимает слишком большую часть введения (до 3–4 страниц);
- не употребляется сам термин «актуальность»;
- не указывается противоречие в науке или практике, которое определяет проблему исследования;
- отсутствует формулировка проблемы исследования;
- проблема исследования формулируется не в научном смысле (осознание недостаточности знаний), а в общеупотребительном смысле (задача, препятствие);
- в работе часто обосновывается актуальность направления исследования как целой области, а не конкретно выбранной дипломником темы.

Рекомендации по формулировке и написанию актуальности темы исследования:

1. Освещение актуальности не должно быть многословным. Начинать ее характеристику издали нет необходимости. Для выпускной квалификационной работы достаточно в пределах одной страницы, для курсовой работы – полстраницы машинописного текста показать главное.

2. Кратко осветить причины обращения именно к этой теме, именно сейчас, охарактеризовав те особенности нынешнего состояния общества, которые делают насущно необходимым исследование этой темы.

3. Объяснить, почему эта тема назрела именно сейчас, что препятствовало ее раскрытию раньше, показать недостаточность ее разработанности в имеющихся исследованиях, необходимость изучения проблемы в новых ракурсах и т.д.

Формулирование названия работы. Название дипломной работы формулируется кратко и точно, исходя из направленности исследования. В формулировке желательно отразить объект и предмет исследования. Нежелательные слова в названии темы: «вопросы», «изучение», «проблемы», «исследование» и т.п. из-за неопределенности конечного результата. **Типичные ошибки при формулировке названий дипломных работ.** Слишком широкое название, выходящее за рамки конкретной работы («Влияние света на живые организмы»); слишком узкое, не отражающее полностью содержания работы («Водные ресурсы»); не соответствующее содержанию работы; слишком «бойкое», журналистское («Алкоголизм и курение – скажи «Нет!»), «Таинственный мир растений»).

**Пример формулировки темы дипломной работы «Динамика загрязнения реки З. Двина в условиях городской черты Витебска».** В данной формулировке прослеживается объект исследования «воды реки З. Двина», предмет исследования «динамика загрязнения вод», обозначен проблемный аспект, конкретные границы исследования «городская черта Витебска».

## **1.2. Вводная часть.**

**Объект исследования** – это определенный процесс или явление, порождающее проблемную ситуацию; то на что направлена исследовательская деятельность; то, что непосредственно изучается в ходе исследования.

**Предмет исследования** – конкретная часть объекта, внутри которой ведется поиск (на предмет чего ведутся исследования). Предмет исследования включает те связи, отношения, которые подлежат непосредственному изучению в работе. Предмет исследования – это тот угол зрения, под которым смотрит на объект исследования дипломант.

Объект и предмет исследования соотносятся между собой как общее и частное.

**Цель исследования** – это конечный результат, которого хотел бы достичь исследователь при завершении своей работы. Цель – описание

проектируемого результата. Отсюда вытекает логичность структуры работы, которая должна быть подчинена конкретной цели.

Как правило, формулируется одна цель, которая в смысловом отношении выражает то основное, что намеривается сделать исследователь. Клишированные фразы и словосочетания в формулировке цели исследования: «**выявить...**» «**установить...**» «**обосновать...**» «**уточнить...**» «**разработать...**».

**Постановка задач исследования.** Цель работы конкретизируется и развивается в задачах работы. Задача исследования – это выбор путей и средств для достижения цели в соответствии с выдвинутой гипотезой. Постановка задач основывается на дроблении цели исследования на подцели. Задачи лучше всего формулировать в виде утверждения того, что необходимо сделать, чтобы цель была достигнута. Перечисление задач строится по принципу от наименее сложных к наиболее сложным и трудоемким. Количество задач определяется глубиной исследования, в дипломной работе, как правило, ставится 3-5 задач. Формулировать задачи необходимо очень тщательно, так как описание их решения в дальнейшем составит содержание глав. Подзаголовки главы собственных исследований рождаются именно из формулировок задач. По задачам строятся выводы работы. Типичные задачи научного исследования: описать исследуемое явление; выявить причины и условия; объяснить причины; выявить и обосновать закономерность; понять и объяснить смысл. Задачи дипломной работы могут быть связаны с:

1. Выявлением, обоснованием сущности, структуры изучаемого объекта.
2. Анализом реального состояния предмета, динамики, внутренних противоречий развития.
3. Опытной-экспериментальной проверкой.
4. Практическими аспектами работы, с проблемой управления исследуемого объекта.

**Обоснование актуальности исследования, обозначение объекта и предмета исследования, формулировка цели и задач работы прописывается в разделе «Введение».**

**Разработка гипотезы исследования.** На основе проанализированной литературы и представлении о проблеме исследования выдвигается научная гипотеза. **Гипотеза** (от древнегреческого «основание, предположение») – теоретическое предположение, основанное на предварительно изученной некоторой совокупности фактов, явлений, процессов, выдвигаемое для их объяснения, и которое надо подтвердить или опровергнуть.

Требования, предъявляемые к формулировке гипотезы: стилистическое оформление (утвердительная форма, логичность, простота, соблюдение преемственности); гипотеза должна соответствовать фактам, быть проверяемой и приложимой к широкому кругу явлений; гипотеза не долж-

на включать в себя слишком много положений (лучше - одно основное); при формулировке гипотезы нельзя использовать понятия и категории, не являющиеся однозначными, не уясненные самим исследователем.

### **1.3. Знакомство с литературой по теме НИРС.**

Проводится подготовка аннотированного списка литературы, реферирование статей, написание чернового варианта главы «Обзор литературы». Обзор литературы – краткое описание состояния выбранной проблемы, где автор приводит и систематизирует основные знания, полученные в его области. Литературный обзор должен быть аналитическим, хорошо структурированным и логичным. Обзор литературы представляет собой критический анализ имеющихся в отечественной и зарубежной литературе данных по теме исследования. Дается характеристика общего состояния изученности темы и ее отдельных вопросов. Представленные материалы должны обязательно содержать ссылки на использованные источники.

Научное информационное пространство включает: статьи в научных журналах, монографии, тезисы и материалы конференций, учебники, научно-популярные журналы, реферативные журналы.

## **2. Исследовательский этап**

### **2.1. Выбор методов исследования, овладение методиками по теме НИРС**

Можно выделить две основные группы методов научного исследования: теоретические и эмпирические. К теоретическим методам исследования относятся абстрагирование, анализ, аналогия, классификация, синтез, сравнение и др. Наиболее часто используемые теоретические методы при написании дипломной работы: сравнительно-сопоставительный, описательно-аналитический, классификационный. К эмпирическим методам исследования относятся: беседа, анкетирование, наблюдение, опыт, эксперимент. Выбор эмпирических методов зависит от темы и цели исследования. Примеры выбираемых методов: маршрутный метод (при оценке численности популяции птиц, земноводных); методы глазомерной оценки проективного покрытия (при исследовании растительного сообщества); методы видового определения биоматериала и т.д. При обработке и анализе материала используются также методы статистического анализа (например, расчет среднестатистических показателей, оценка достоверности результатов, корреляционный анализ).

### **2.2. Организация и проведение эксперимента.**

Важнейшее, если не центральное место в методологии современной науки, как общенаучный метод, занимает эксперимент (лат. experimentum – “опыт, проба, испытание”). Эксперимент представляет собой исследовательскую ситуацию изучения явления в специально создаваемых, контролируемых условиях, позволяющих активно управлять ходом данного процесса, т.е. вмешиваться в него и видоизменять его в соответствии с иссле-

довательскими задачами, а также воспроизводить изучаемое явление при воспроизведении данных условий.

К разновидностям экспериментов относят:

- 1) по условиям проведения – естественные и искусственные;
- 2) по целям исследования – преобразующие, контролирующие, констатирующие, поисковые и др.;
- 3) по количеству факторов – однофакторные и многофакторные;
- 4) по степени контролируемости факторов – активные и пассивные (регистрирующие).

Рассмотрим некоторые виды экспериментов подробнее.

Так называемый **естественный эксперимент** предполагает изучение объекта в реальных условиях его существования; чаще всего такой вид эксперимента применяется в биологических науках. В зависимости от условий непосредственного проведения естественный эксперимент может быть полевым, полигонным, производственным, клиническим и т.п. Главная задача в естественном эксперименте – обеспечить максимальную непринужденность, натуральность окружающей обстановки. В эту задачу, как правило, входят изучение параметров воздействия среды на данный объект, особенностей поведения или функционирования данного объекта и их оценка. Естественный эксперимент уступая лабораторному в возможности создания удобных для исследователя условий, демонстрирует приближенный к реальности ход изучаемых процессов.

**Искусственный же эксперимент** требует для своего проведения специально создаваемой обстановки. Его называют также лабораторным экспериментом. Возможно проведение как в обычных, комнатных условиях, так и в строго регулируемых условиях – термостатах, климатических камерах. Искусственный эксперимент имеет такие достоинства, как возможность обеспечить достаточные условия для устранения побочных факторов, т.е. для достижения высокой внутренней валидности, причем с эффективным использованием времени и ресурсов. Однако часто перед ним встает проблема внешней валидности, или экстраполируемости полученных результатов. В экологии широко применяется для выяснения действия лимитирующих факторов, пределов толерантности, адаптационных возможностей. В исследованиях с пестицидами, регуляторами роста – на проростках семян.

**Эксперимент активный** предполагает возможность существенного управления независимыми переменными. Экспериментатор контролирует “вход” и “выход” исследуемой системы. Пример – ряд химических, лабораторных экспериментов.

Но не всегда независимая переменная хорошо контролируема. Иногда мы можем лишь констатировать, что она изменяется, не будучи в состоянии целенаправленно воздействовать на нее. В этом случае имеет место ситуация **пассивного, или регистрирующего, эксперимента**. Здесь

экспериментатор наблюдает за поведением зависимой переменной, стараясь извлечь максимум информации об изучаемых взаимосвязях. В экспериментах подобного типа вообще велик удельный вес входящего в них наблюдения. Пассивные эксперименты часто распространены в экологии. Хорошим примером пассивного эксперимента с диффузным объектом являются измерения метеорологических параметров (температуры, скорости ветра и т.д.) при природных катаклизмах.

*Подробное описание материалов собственных исследований, сроков проведения и используемых методов приводится в Главе 2 «Материалы и методы».*

### **3. Завершающий этап**

#### **3.1. Обобщение и синтез экспериментальных данных.**

На основе полученной первичной информации создается база данных. Полученный материал анализируется, для удобства анализа приводится наглядный материал – данные обобщаются в виде графиков или таблиц. Полученный материал обрабатывается и систематизируется. Проводится написание рабочего, а затем чистового варианта НИРС. На данном этапе оформляется глава «Анализ результатов исследования». Подразделы данной главы составляются в соответствии с поставленными задачами.

Формулировка выводов. По итогам проделанной работы формулируются выводы. «Выводное» знание является новым по отношению к исходному знанию. Выводы – сжатое изложение полученных результатов, принадлежащих автору. При формулировке выводов следует избегать ошибки: когда автор стремится сделать вывод не из осмысленных им данных опыта, а наоборот привязать опыт к своим предвзятым положениям.

Требования, предъявляемые к выводам:

1. Выводы должны вытекать из накопленного материала, из объективного содержания данных эксперимента и являться логическим следствием его анализа и обобщения.
2. Выводы должны быть максимально конкретными, краткими и четкими. За сформулированными теоретическими предположениями должны идти указания на факты.
3. Выводы должны быть обязательно аргументированы: содержать обобщающие цифры по итогам исследования.
4. Выводы строятся по поставленным задачам.

#### **3.2. Внедрение полученных результатов в практику.**

В зависимости от целей и характера исследования дипломная работа может носить практикоориентированную направленность и включать «Практические рекомендации». Практические рекомендации по итогам дипломной работы формулируются дипломантом самостоятельно. Полученные практические результаты возможно внедрить, оформив акт внедрения, в учебный процесс ВГУ имени П.М. Машерова, учебный процесс других учебных учреждений, производство.

### 3.3. Публичное информирование о результатах исследования.

Обязательным этапом при подготовке дипломной (курсовой работы) является публичная защита. Результаты НИРС могут быть доложены на студенческой научной конференции (выступление с докладом), подготовлены публикации по теме исследования, работа может быть подготовлена к участию в конкурсе научно-исследовательских работ.

Таблица 1 – Этапы научно-исследовательской работы студентов (НИРС)

№	Разделы (этапы) НИРС	Виды работ по НИРС, включая самостоятельную работу студентов
<b>1 Подготовительный этап</b>		
1.1	<b>Общее ознакомление с проблемой исследования.</b>	Постановка проблемы и выбор темы исследования.
		Формулировка целей и задач НИРС
		Составление технологической карты НИРС.
		Обоснование актуальности исследования.
1.2	<b>Вводная часть.</b>	Формулировка цели, обозначение объекта и предмета исследования.
		Постановка задач исследования.
		Разработка гипотезы исследования.
1.3	<b>Знакомство с литературой по теме НИРС.</b>	Подготовка аннотированного списка литературы.
		Реферирование статей.
		Написание чернового варианта главы «Обзор литературы».
<b>2 Исследовательский этап</b>		
2.1	<b>Выбор методов исследования, овладение методиками по теме НИРС.</b>	Изучение инструкций, литературных источников, беседы со специалистами, работа с аппаратурой
		Написание чернового варианта главы «Материал и методы»
2.2	<b>Организация и проведение эксперимента.</b>	Проведение экспериментов, сбор материала по теме НИРС
<b>3 Завершающий этап</b>		
3.1	<b>Обобщение и синтез экспериментальных данных.</b>	Обработка и систематизация материала.
		Завершение работы над НИРС, написание заключения (выводов)

		Написание чернового и окончательного варианта основной части НИРС (курсовая, дипломная)
3.2	<b>Внедрение полученных результатов в практику.</b>	Практические рекомендации по итогам НИРС (дипломной, курсовой)
		Внедрение результатов в практику, оформление актов внедрения
3.3	<b>Публичное информирование о результатах исследования.</b>	Защита курсовой, дипломной работы
		Выступление на студенческой научной конференции
		Подготовка публикации по теме исследования

### **Критерии оценки дипломной работы**

Основными качественными критериями оценки дипломной работы являются:

1. актуальность и новизна темы;
2. достаточность использованной отечественной и зарубежной литературы по теме;
3. полнота и качество собранных эмпирических данных;
4. обоснованность привлечения тех или иных методов решения поставленных задач;
5. глубина и обоснованность анализа и интерпретации полученных результатов;
6. четкость и грамотность изложения материала, качество оформления работы, учет требований к оформлению работы;
7. умение вести полемику по теоретическим и практическим вопросам дипломной работы, глубина и правильность ответов на вопросы членов ГАК и замечания рецензентов.

Оценку «девять» заслуживают дипломные работы, темы которых представляют научный, методический или практический интерес, свидетельствуют об использовании автором адекватных приемов анализа, современных методов и средств решения поставленных задач. Структура работы, оцененной на «девять», должна быть логичной и соответствовать поставленной цели. В ее заключении должны быть представлены четкие, обоснованные выводы, вносящие вклад в разрешение поставленной проблемы и намечающие перспективы ее дальнейшей разработки.

Работа должна быть написана литературным языком, тщательно выверена, научно-справочный аппарат – соответствовать действующим ГОСТам и требованиям к оформлению дипломных работ, содержать приложения, позволяющие получить более полное представление о проведенном исследовании.

Условием получения отличной оценки являются краткость и логичность вступительного слова студента, в котором отражены основные положения дипломной работы, а также четкие и аргументированные ответы на вопросы членов ГАК.

В тех случаях, когда дипломная работа не в полной мере отвечает перечисленным выше требованиям, она оценивается более низким баллом.

**Оценка за диплом может быть снижена в следующих случаях:**

### **1. Оформление**

1. Наличие неисправленных опечаток и пропущенных строк.
2. Отсутствие названий таблиц, графиков и т.д.
3. Отсутствие пояснений и условных обозначений к таблицам и графикам.
4. Отсутствие авторской интерпретации содержания таблиц и графиков.
5. Отсутствие в работе разделов «Введение» и/или «Заключение», «Выводы».
6. Наличие ошибок в оформлении библиографии.
7. Пропуск в оглавлении отдельных параграфов или даже целых глав.

### **2. Недостатки обзорно-теоретической главы работы**

1. Наличие фактических ошибок в изложении "чужих" экспериментальных результатов или теоретических позиций.
2. Отсутствие упоминаний важных литературных источников, имеющих прямое отношение к решаемой проблеме и опубликованных в доступной для студента литературе не менее пяти лет назад.
3. Использование больших кусков чужих текстов без указания их источника (в том числе - дипломов других студентов).
4. Отсутствие анализа зарубежной работ, посвященных проблеме исследования.
5. Отсутствие анализа отечественных работ, посвященных проблеме исследования.
6. Название работы не отражает её реальное содержание.
7. Работа распадается на две разные части: теоретическую и эмпирическую, которые плохо согласуются друг с другом.
8. Имеет место совпадение формулировки проблемы, цели, задач работы.

### **3. Недостатки исследовательской главы работы**

1. Автор использует методики без ссылки на источник их получения и/или их автора.
2. Работа не содержит подробного описания процедуры проведения исследования: по приведенному описанию воспроизвести процедуру не представляется возможным.

3. В работе отсутствует интерпретация полученных результатов, выводы не согласуются с результатами исследования.

#### **4. Этические аспекты дипломного исследования**

1. Автор использует данные других исследователей без ссылки на их работы, где эти результаты опубликованы.

**Задание 1.** Составить расширенный план научно-исследовательской работы. Все пункты плана оформить в виде реферата в печатном виде.

1. Сформулируйте тему исследования. Запишите ключевые слова.  
2. Обоснуйте актуальность выбранной темы исследования (до 10 предложений).

3. Выделите объект исследования, предмет исследования.  
4. Сформулируйте цель исследования.  
5. Разработайте гипотезу исследования.  
6. Выделите 2–4 задачи исследования.  
7. Перечислите методы, используемые при написании данной работы, разбив их на 3 группы (теоретические, эмпирические и статистические методы исследования).

8. Составьте план аналитической главы (Глава 3, посвященная собственным исследованиям) – выделив 2–4 подпункта.

9. Вставить пример оформления одной **таблицы** и одного **рисунка** (диаграммы или график).

10. Оформите список использованных источников по теме исследования, обязательно включив: Закон РБ, инструкция/постановление, учебник с 1 автором, с 2–3 авторами, 4 и более авторами, диссертация/автореферат, статья из журнала, тезисы (статья) из сборника, монография, электронный ресурсы (с автором).

## ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ ПО КУРСУ «ОРГАНИЗАЦИЯ НИР»

для студентов биологического факультета  
специальности 1-33 01 01 «Биоэкология»  
дневной и заочной формы обучения

1. Научное исследование: понятие, отличительные признаки, компоненты научной деятельности.
2. Теоретический и эмпирический уровни научного исследования.
3. Выбор проблемы и темы научного исследования. Требования к формулировке темы исследования.
4. Общая структура НИР. Основные этапы научного исследования.
5. Вводная часть НИР: актуальность темы исследования, объект, предмет исследования. Цель исследования. Постановка задач.
6. Разработка гипотезы исследования, нулевая гипотеза. Требования, предъявляемые к гипотезе.
7. Классификация методов исследования при организации НИР по биоэкологии.
8. Обработка и анализ материала. Выводы. Требования, предъявляемые к формулировке выводов.
9. Требования, предъявляемые к оформлению НИР (на примере курсовой работы).
10. Правила библиографического и аналитического описания литературы. Работа с реферативным журналом.
11. Представление данных в публикациях. Структура публикации.
12. Требования к цитированию данных и литературы.
13. Общие требования к графическому представлению данных в публикациях и выступлениях.
14. Эксперимент. Условия проведения эксперимента.
15. Основные понятия терминологии экспериментального подхода. Понятие внутренней и внешней валидности эксперимента.
16. Виды экспериментов и их характеристика.
17. Планирование однофакторной схемы эксперимента.
18. Планирование многофакторной схемы эксперимента.
19. Ошибки эксперимента: случайные, систематические, грубые. Их характеристика.
20. Требования к полевым опытам. Классификация полевых опытов.

21. Основные элементы методики полевых экспериментов: число вариантов, повторности, система размещения повторений, сроки и частота проведения наблюдений.
22. Основные элементы методики полевых экспериментов: площадь, направление и формы делянок, размещение вариантов (стандартные, систематические, случайные).
23. Рендомизация исследований: техника рендомизации. Метод расщепленных делянок, латинский квадрат и прямоугольник.
24. Планирование исследований при фенологических исследованиях.
25. Организация НИР при исследовании лесных фитоценозов.
26. Организация НИР при исследовании луговых фитоценозов, агробиоценозов.
27. Организация НИР при проведении гидрологических исследований.
28. Особенности планирования лесопатологических исследований.
29. Производительность фитоценоза: методы абсолютного учета, шкальные методы прямого учета, методы косвенного учета.
30. Закладка опыта на сенокосах и пастбищах.
31. Оценка видового разнообразия ( $\alpha$ -разнообразие). Индексы видового богатства.
32. Оценка подобия биоценозов ( $\beta$ -разнообразие).
33. Суть кластерного анализа. Примеры дендрограмм.
34. Методы математической статистики, используемые при биоэкологических исследованиях.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бори́кова, Л.В. Пишем реферат, доклад, выпускную квалификационную работу: учеб. пособие для студентов сред. и высш. пед. учеб. заведений / Л.В. Бори́кова, Н.А. Виноградова. – 2-е изд., стер. – М.: Академия, 2002. – 128 с.
2. Ивановский, В.В. Методические указания по организации и оформлению научно-исследовательских и дипломных работ / В.В. Ивановский, В.В. Савенок, И.А. Литвенкова. – Витебск: Изд-во УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2012. – 39 с.
3. Красовский, Г.И. Планирование эксперимента / Г.И. Красовский, Г.Ф. Филаретов. – Минск: Изд-во БГУ, 1982. – 302 с.
4. Общие требования к порядку выполнения, содержанию, оформлению и защите рефератов, курсовых и дипломных работ, магистерских диссертаций: метод. указания / авт.-сост.: А.П. Солодков [и др.]. – Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2012. – 48 с.
5. Основы научно-исследовательской работы студентов: содержание и научный аппарат спецкурса: методические рекомендации / сост. В.Б. Сузанович; [отв. ред. Л.И. Шаповалова]; М-во образования РБ, УО «Могилевский гос. ун-т им. А.А. Кулешова». – Могилев: МГУ им. А.А. Кулешова, 2008. – 48 с.
6. Пидкасистый, П.И. Организация учебно-познавательной деятельности студентов: учеб. пособие / П.И. Пидкасистый. – М.: Педагогическое общество России, 2004. – 112 с.
7. Савенок, В.Е. Методические указания по организации и оформлению научно-исследовательских и дипломных работ. – 2-е изд., испр. и доп. / В.Е. Савенок, И.А. Литвенкова, В.В. Ивановский. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2014. – 49 с.
8. Сеница, Л.М. Организация, мотивация и методическое обеспечение НИРС в вузе / Л.М. Сеница. – Минск: Изд-во БГЭУ, 2000. – 158 с.
9. Шкляр, М.Ф. Основы научных исследований: учеб. пособие / М.Ф. Шкляр. – 2-е изд. – М.: Дашков и К, 2009. – 244 с.