



Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

О.В. Романова, В.Б. Новикова

## **ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ**

*Методические указания  
по летней учебной практике*

Электронное издание

Красноярск 2017

*Рецензент*

*Т.В. Карпюк, канд. биол. наук, доц. каф. ландшафтной архитектуры,  
ботаники, агроэкологии*

**Романова, О.В.**

Общая экология: метод. указания по летней учебной практике [Электронный ресурс] / О.В. Романова, В.Б. Новикова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 28 с.

Летняя учебная практика по общей экологии организована в виде практических полевых занятий по следующей тематике: методы сбора образцов на исследуемой территории, биотический анализ различных биоценозов, биометрический анализ параметров фитообъектов территорий с различной степенью антропогенной нагрузки, осуществление оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами автотранспорта на участке магистральной улицы, биотестирование токсичности субстратов по проросткам различных растений-индикаторов, изучение изменения продолжительности жизни людей во временном плане под влиянием антропогенных факторов. В Приложении представлен образец оформления титульного листа отчета по летней учебной практике.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», профиль «Агроэкология» очной и заочной форм обучения.

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Красноярского государственного аграрного университета

© Романова О.В., Новикова В.Б., 2017

© ФГБОУ ВО «Красноярский государственный  
аграрный университет», 2017

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ	4
1	МЕТОДЫ СБОРА ОБРАЗЦОВ НА ИССЛЕДУЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ	6
2	БИОТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ БИОЦЕНОЗОВ	8
3	БИОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ФИТООБЪЕКТОВ ТЕРРИТОРИЙ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ	12
4	ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ОТРАБОТАННЫМИ ГАЗАМИ АВТОТРАНСПОРТА НА УЧАСТКЕ МАГИСТРАЛЬНОЙ УЛИЦЫ	18
5	БИОТЕСТИРОВАНИЕ ТОКСИЧНОСТИ СУБСТРАТОВ ПО ПРОРОСТКАМ РАЗЛИЧНЫХ РАСТЕНИЙ-ИНДИКАТОРОВ	22
6	ИЗМЕНЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ ЛЮДЕЙ ВО ВРЕМЕННОМ ПЛАНЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ	25
	ЛИТЕРАТУРА	26
	ПРИЛОЖЕНИЕ	27

## ВВЕДЕНИЕ

Экология является системной наукой, так как изучает взаимоотношения между живыми и неживыми компонентами природной среды. Знание этих зависимостей позволяет эффективно управлять природными экосистемами, не нанося им вреда.

Учебная практика по общей экологии является частью дисциплины «Экология» и относится к вариативной части учебной программы бакалавриата. Учебная практика по дисциплине «Общая экология» входит в блок 2 учебного плана студентов по направлению подготовки 35.03.03 «Агрехимия и агропочвоведение». Учебная практика реализуется в Институте агроэкологических технологий кафедрой экологии и естествознания.

**Цель учебной практики** по общей экологии: закрепление и углубление знаний, полученных студентами в процессе теоретического обучения, приобретение необходимых умений, навыков и опыта в изучении функционирования и распространения как отдельных видов организмов, так и их сообществ.

### **Задачи:**

- овладение полевыми и экспериментальными методами изучения природных экосистем;
- формирование навыков использования основных законов естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности;
- овладение методами статистической обработки данных, полученных при экологических исследованиях.

Процесс прохождения учебной практики по общей экологии направлен на формирование и развитие способности использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа (ОПК-2).

В результате прохождения учебной практики студент должен:

- **знать** общие основы экологии как научной базы природопользования в целом и в своей профессиональной деятельности в частности, основные законы экологии, лежащие в основе охраны окружающей природной среды и безопасности жизнедеятельности, структуру биосферы, экосистем, экологические принципы использования природных ресурсов, основы рационального природопользования;

- **уметь** прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности с точки зрения биосферных процессов, принимать экологически безопасные организационно-технические решения в пределах своей компетенции на уровне предприятия, отрасли;

- *владеет* методами исследования и анализа живых надорганизменных систем, математическими методами обработки результатов экологических исследований и методами оценки состояния природных экосистем.

Учебная практика по общей экологии проводится в виде практических полевых занятий в летний период года. При этом студенты «в поле» собирают биологический материал для гербария, проводят различные измерения. Результаты подвергаются камеральной обработке, анализируются, оформляются в отчете с расчетами и выводами. Исследования проводятся в микрорайоне Ветлужанка, обработка данных – в лаборатории кафедры экологии и естествознания.

Программой дисциплины предусмотрен промежуточный контроль в форме дифференцированного зачета.

Общая трудоемкость прохождения учебной практики по общей экологии составляет 1,5 зачетные единицы (54 ч).

При проведении учебной практики используются металлические и деревянные рамки, сантиметры, термометры, психрометры и гигрометры, калькуляторы, электронные весы.

За время летней учебной практики по общей экологии студенты:

- 1) описывают особенности биотопа, собирают образцы в разных экологических сообществах (суходольный луг, пойменный луг, березовый лес, сосновый лес и др.), определяют систематическое положение собранных видов животных и растений;
- 2) оценивают размеры популяций отдельных видов, встречающихся в сообществе, подсчитывают встречаемость и обилие видов методами абсолютного и относительного учета;
- 3) проводят исследование морфологических параметров развития растений в зависимости от степени антропогенной нагрузки и осуществляют биометрическую обработку полученных данных;
- 4) исследуют характер антропогенной нагрузки на живые организмы в городской среде;
- 5) ведут дневник, готовят отчет о проведенной работе, который включает: цель работы, расчетную часть, вывод.

В ходе выполнения заданий практики студенты под руководством преподавателя выходят на экскурсии, в процессе которых они должны соблюдать правила техники безопасности.

# 1 МЕТОДЫ СБОРА ОБРАЗЦОВ НА ИССЛЕДУЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ

*Цель работы:* ознакомиться и овладеть основными методиками отбора образцов на исследуемом участке.

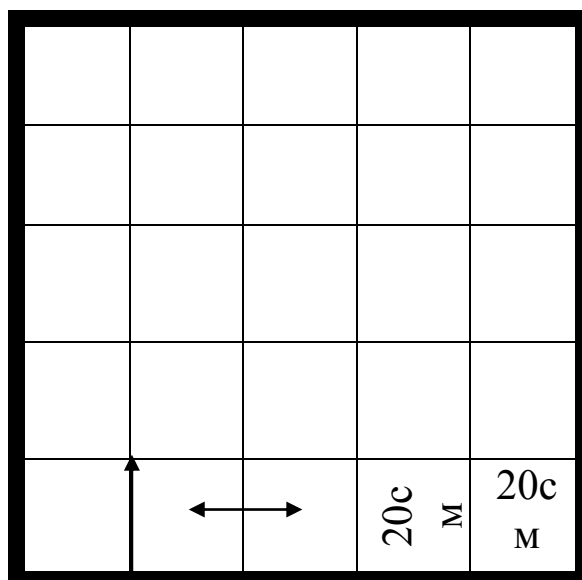
Для того чтобы унифицировать участки, на которых проводятся исследования абиотического и биотического компонентов экосистемы, обычно закладывают трансекты и (или) квадраты, сбор образцов ограничивают их площадью.

**Линейная трансекта.** Она может быть использована для сбора образцов на однородной площади, но на практике линейную трансекту закладывают, когда полагают, что в пределах исследуемой площади происходит переход одних местообитаний и популяций в другие. Натянутая над землей между двумя столбиками тесьма или веревка показывает положение трансекты. Собирают только те виды, которые действительно соприкасаются с линией трансекты.

**Ленточная трансекта.** Ленточная трансекта – полоса заданной ширины, проложенная через изучаемое местообитание, образованная двумя линейными трансектами, протянутая на расстоянии 0,5 м или 1,0 м друг от друга, между которыми производится учет видов.

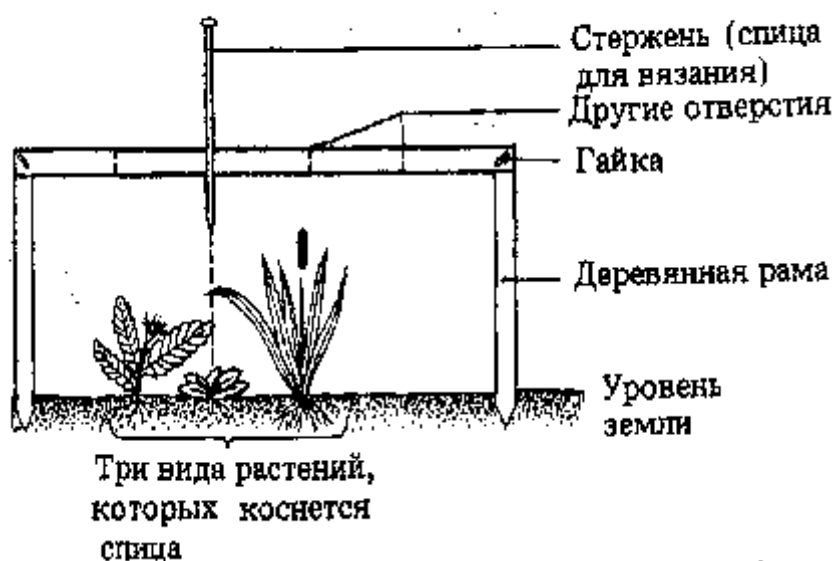
Выбор типа трансекты зависит от качественного и количественного характера исследования, требуемой степени точности, особенностей населяющих территорию организмов, размера площади, которую необходимо исследовать, и наличия времени.

**Квадрат.** Этот инструмент представляет собой металлическую или деревянную рамку определенной площади, например, 1 м<sup>2</sup>. Рамку кладут по одну сторону трансекты и исследуют площадь, заключенную внутри рамы. Потом раму переносят вдоль линейной трансекты в другие точки. В зависимости от характера исследования можно либо регистрировать находящиеся внутри рамы виды, либо оценивать их численность или обилие. Раму можно разделить бечевкой или проволокой на определенные секции, помогающие при подсчете численности или оценки обилия видов. Квадрат можно использовать отдельно от трансекты, если исследуемое местообитание имеет явно однородный характер. В этом случае квадрат помещают случайным образом. Один из методов совершенно случайного отбора образцов состоит в том, что квадрат бросают через плечо и записывают виды, оказавшиеся внутри квадрата в месте его падения.



*Рисунок 1 – Квадратная рама (1м<sup>2</sup>), разделенная проволокой на небольшие квадраты (каждый по 400 см<sup>2</sup>), образует размеченный квадрат*

**Рама со спицей (точечный метод).** Это рама с несколькими отверстиями, через которые можно пропустить «стержень», например, спицу для вязания. Рама особенно удобна при исследовании вдоль трансекты местообитаний с сильно разросшейся растительностью, где различные виды растений частично перекрывают друг друга. Спицу пропускают через каждое отверстие, при этом записывают все виды, соприкасающиеся со спицей, по мере того, как она опускается к земле.



*Рисунок 2 – Рама со стержнем (спицей)*



## 2 БИОТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ БИОЦЕНОЗОВ

*Цель работы:* используя различные методы исследования видового состава биоценоза, дать характеристику основных показателей структуры и разнообразия основных биоценозов.

*Оборудование:* четыре колышка, веревка, ножницы, блокнот, ручка.

При выходе на экскурсию следует учесть следующие особенности:

- 1) характер местности (например, плоская поверхность, обращена на юг, угол наклона и т.д.);
- 2) температура воздуха;
- 3) осадки;
- 4) облачность (освещенность);
- 5) направление ветра;
- 6) скорость ветра;
- 7) время дня.

*Ход работы.* Во время полевого исследования закладывается два вида трансект (линейная и ленточная) в трех различных биоценозах: луг, смешанный лес, пустырь, каждая из которых закладывается в трех повторностях. При записи данных все виды растений и животных, поддающиеся определению, необходимо определять прямо в поле, пользуясь определителями. Студенты по каждому из биоценозов составляют список видов в форме таблицы и проводят обработку данных.

Видовой состав биоценоза (ленточная, линейная трансекты)

Название вида	Количество, шт.			Всего
	1-я повторность	2-я повторность	3-я повторность	
1				
2				
Всего				

*Обработка данных:* структура биотического сообщества складывается из нескольких показателей:

**Обилие** – число особей на единицу площади или объема.

**Частота** – отношение числа особей одного вида ( $n$ ) к общей численности особей ( $N$ ), выраженное в процентах  $(n \times 100) / N$ .

**Постоянство** – отношение числа содержащих изучаемый вид выборок ( $p$ ) к общему числу выборок ( $P$ ), выраженное в процентах  $(p/P) \times 100$ . В зависимости от величины этого отношения различают следующие категории видов: постоянные – встречающиеся более чем в 50% выборок, добавочные – в 25-50% выборок, случайные – менее чем в 25% выборок.

**Доминирование** – способность вида занимать в экосистеме главенствующее положение и оказывать влияние на распределение в ней энергии. Доминанты – виды, которые на своем трофическом уровне обладают наибольшей продуктивностью. Влияние, которое оказывают виды-доминанты на структуру и свойства экосистемы, обуславливается их численностью, размером особей, продукцией. Так, среди видов, особи которых крупные (например, деревья), **степень доминантности** определяется биомассой, а среди видов, особи которых мелкие (травянистые растения), доминантами будут наиболее обильно представленные виды. Для оценки степени доминантности в лесу используется площадь поперечного сечения ствола, а на лугу – «проективное покрытие», т.е. площадь поверхности земли, занятой растениями данного вида.

Если степень доминантности определяется в конечном итоге по уровню продуктивности, то **показатель доминирования** ( $C$ ) представляет иное понятие. Он вычисляется по формуле

$$C = \sum (n_i/N)^2,$$

где  $n_i$  – степень доминантности каждого вида (на основании числа особей, величины биомассы, продуктивности и т.д., но чаще на основании числа особей, отсюда  $n$ );

$N$  – общая степень доминантности, т.е. численность особей видов.

**Видовое разнообразие** трофического уровня или сообщества в целом определяют главным образом малочисленные редкие виды. Обычно в состав сообщества входит несколько видов с высокой численностью и множество редких видов с небольшой численностью. Показатель видового разнообразия

$$H = - \sum (n_i/N)^2 \log (n_i/N),$$

где  $n_i$  – степень доминантности каждого вида;

$N$  – общая степень доминантности.

Видовое разнообразие складывается из двух компонентов. Первый может быть назван *видовым богатством* или *компонентом многообразия*, выражается отношением  $S/N$  – общее число видов  $S$  к общему числу особей  $N$ . Второй компонент видового разнообразия – так называемая *выравненность распределения* особей между видами. Объективным показателем служит *показатель выравниваемости*

$$e=H/\log S.$$

Для определения биотического сходства между биоценозами необходимо рассчитать индексы разнообразия и сходства.

### ***Индекс биологического разнообразия Уильяма $\alpha$***

$$S = \alpha \ln [1 + (N/\alpha)],$$

где  $S$  – число видов,  $N$  – число особей.

### ***Индекс биологического разнообразия Маргалефа $I$***

$$I = (S - 1)/\ln N.$$

### ***Индекс Шеннона $H'$***

$$H' = \sum p_i \ln p_i,$$

где  $p_i$  – доля особей  $i$  в выборке.

### ***Мера относительного разнообразия (или выравниваемости) $J'$***

$$J' = H' / H'_{\max},$$

где  $H'$  – максимально возможное разнообразие  $S$  видов;  
 $H'_{\max} = \ln S$ .

### ***Коэффициент сходства Жаккара $I$***

$$I = j / a + b - j \cdot 100,$$

где  $j$  – число видов, встречающихся в обоих сообществах;

$a$  – число видов, входящих в сообщество  $a$ ;  
 $b$  – число видов, входящих в сообщество  $b$ .

### ***Коэффициент сходства Соренсена $I$***

$$I = 2j / (a+b) \cdot 100.$$

### ***Коэффициент сходства Маунтфорда $I$***

$$I = 2j / 2ab - (a+b)j \cdot 1000.$$

### ***Процентное сходство***

При сравнении выборок, полученных с двух площадок, для площадки составляют перечень собранных на ней видов. Число особей каждого вида выражают в процентах от общего числа особей, собранных на данной площадке. Затем сравнивают два полученных ряда цифр и для каждого вида, которые встречаются на обеих площадках, выбирают меньшую из двух цифр и подчеркивают, наконец, суммируют подчеркнутые величины и таким образом вычисляют процентное сходство. Полученные данные заносят в таблицы.

### **Индексы разнообразия учетных площадок**

Площадка	Индекс Уильяма	Индекс Маргалефа	Индекс Шеннона	$J'$

### **Коэффициенты сходства**

Сравниваемые площадки	Индексы			Процентное сходство
	Жаккара	Соренсена	Маунтфорда	

### 3 БИОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ФИТООБЪЕКТОВ ТЕРРИТОРИЙ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

При проведении исследований экологу приходится сталкиваться с двумя различными группами изучаемых признаков.

Первая группа – *количественные признаки*. Количественные признаки могут быть измерены и выражены в числовом виде. Примеры количественных признаков – длина, ширина, объем, вес, рост и т.д.

Вторая группа – *качественные признаки*. Качественные признаки, как правило, имеют только две степени проявления (есть – нет, семя взошло или погибло, окрас меха черный или серый, хромосомный набор нормальный или нет и т.д.). При анализе качественных признаков обычно имеют дело с процентами или долями. Примеры качественных признаков – всхожесть семян, процент здоровых растений, процент особей определенного пола, доля аномальных форм в популяции, процент жизнеспособных пыльцевых зерен, доля водорослей определенной группы в фитопланктоне.

Почти все математические методы применимы как к количественным, так и к качественным признакам. Однако схемы вычислений для количественных и качественных признаков существенно различаются. Это необходимо учитывать при проведении математического анализа экспериментальных данных.

Очень часто биологу приходится решать задачи, связанные с измерением каких-либо показателей у некоторой группы объектов (высота деревьев в лесу, площадь листьев у растений, принадлежащих к данной популяции, размер плодов, урожайность сельскохозяйственных культур, численность микроорганизмов в водоеме и почве, содержание тяжелых металлов в сельскохозяйственной продукции и т.д.). Как правило, невозможно измерить интересующий исследователя показатель у всех изучаемых объектов. Обычно приходится выбирать некоторую часть объектов (группу деревьев, несколько делянок, несколько образцов сельскохозяйственной продукции и т.д.), проводить на них измерения, а полученные результаты распространять на все изучаемые объекты. Выбранная для исследования группа называется выборкой, а все объекты – генеральной совокупностью (рис. 3).

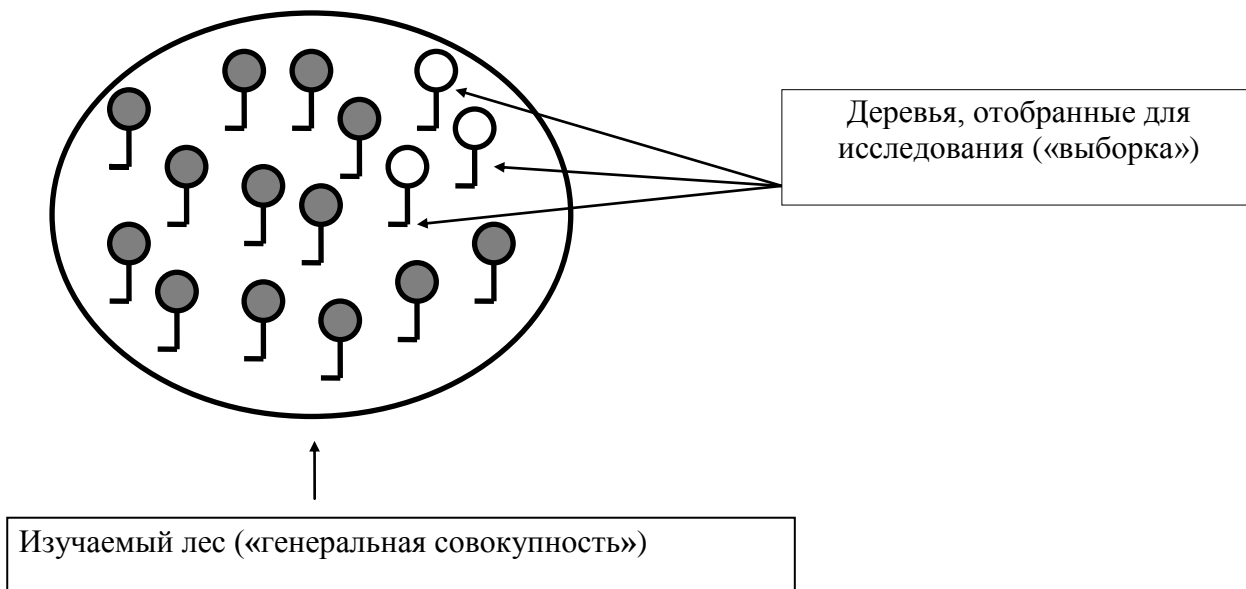


Рисунок 3 – Схема соотношения генеральной совокупности и выборки

Одна из основных задач статистической обработки – оценить параметры генеральной совокупности по ограниченному числу измерений, проведенных в выборке.

*Цель работы:* оценить параметры листового аппарата древесных растений в зависимости от степени антропогенной нагрузки.

*Оборудование и материалы:* линейка, ножницы, полевой дневник, калькулятор, пластиковый пакет.

*Ход работы.* Выбрать два участка с древесными насаждениями одного вида: первый – вблизи автотрассы около учебного заведения; второй – в лесном массиве. С каждого участка собрать не менее 30 листьев со всех деревьев данного вида.

У каждого листа измерить длину (от вершины до основания) и ширину (в самом широком месте) листовой пластинки (рис. 4).

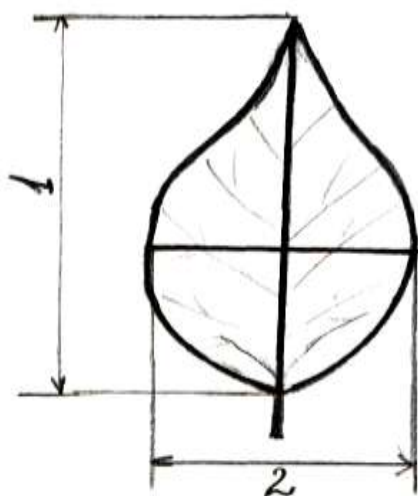


Рисунок 4 – Параметры листовой пластинки: 1 – длина листовой пластинки; 2 – ширина листовой пластинки

Полученные данные занести в таблицу.

## Первичные данные

Листья, собранные вблизи автотрассы			Листья, собранные в лесном массиве		
п	длина листовой пластинки (x <sub>i</sub> ), мм	ширина листовой пластинки(y <sub>i</sub> ), мм	п	длина листовой пластинки (x <sub>i</sub> ), мм	ширина листовой пластинки(y <sub>i</sub> ), мм

### Обработка результатов

Как правило, при анализе выборки исследователю необходимо определить два основных показателя: *среднее значение* и *разнообразие*.

Среднее значение, определенное по выборке, называется *выборочным средним*.

Выборочное среднее вычисляют по формуле

$$X_{cp} = \sum X_i / n,$$

где  $X_{cp}$  – выборочное среднее;

$X_i$  – результаты отдельных наблюдений (измерений);

$n$  – число наблюдений (объем выборки);

$\sum$  – знак, означающий суммирование.

Показатели разнообразия в первую очередь необходимы для определения надежности статистических выводов.

Важнейший показатель разнообразия – *среднее квадратичное отклонение*. Обычно его обозначают  $\sigma$ .

Среднее квадратичное отклонение характеризует *разброс данных относительно среднего*. Для вычисления среднего квадратичного отклонения используют формулу

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - x_i)^2}{n-1}},$$

где  $X_{cp}$  – выборочное среднее;

$X_i$  – результаты отдельных наблюдений (измерений);

$n$  – число наблюдений;

$\Sigma$  – знак суммирования.

Разница между результатами измерений и действительно существующими значениями измеряемой величины называется *погрешностью* или *ошибкой*.

Ошибка среднего ( $m_x$ ) рассчитывается по формуле

$$m_x = \sigma / \sqrt{n},$$

где  $\sigma$  – среднее квадратичное отклонение;

$n$  – объем выборки.

Следующим расчетным показателем разнообразия является *коэффициент вариации (КВ или CV)*.

Коэффициент вариации равен выраженному в процентах отношению дисперсии к среднему:

$$CV = 100\% * S_x / X_{cp}.$$

Коэффициент вариации особенно полезен, если необходимо сравнить изменчивость разных признаков. Например, какой признак в популяции варьирует сильнее – масса плодов, площадь листьев или число семян.

Вслед за вычислением среднего значения выборки следует определить среднее всей генеральной совокупности. В большинстве случаев невозможно по выборке узнать точное значение среднего для генеральной совокупности. Однако можно установить, что среднее лежит в некоторых пределах.

Эти пределы называются *доверительным интервалом* или *доверительными границами*.

Например, среднее значение содержания нитратов лежит в пределах [9,6...10,6] или среднее значение содержания нитратов равно  $10,1 \pm 0,5$ .

Доверительные границы вычисляются по формуле

$$d = m \times t,$$

где  $m$  – «*ошибка среднего*»;

$t$  – коэффициент Стьюдента, который находят из таблицы для заданных значений  $n$  и уровня значимости.



Таблица 1 – Табличные значения критерия Стьюдента для расчета доверительных интервалов и проверки достоверности различия средних

Объем выборки (n)	Число степеней свободы (n-1)	Значение критерия Стьюдента		
		$t_{0.05}$	$t_{0.01}$	$t_{0.001}$
2	1	12,71	63,66	636,62
3	2	4,30	9,92	31,60
4	3	3,18	5,84	12,92
5	4	2,78	4,60	8,61
6	5	2,57	4,03	6,87
7	6	2,45	3,71	5,96
8	7	2,36	3,50	5,41
9	8	2,31	3,36	5,04
10	9	2,26	3,25	4,78
11	10	2,23	3,17	4,59
12	11	2,20	3,11	4,44
13	12	2,18	3,05	4,32
14	13	2,16	3,01	4,22
15	14	2,14	2,98	4,14
16	15	2,13	2,95	4,07
17	16	2,12	2,92	4,02
18	17	2,11	2,90	3,97
19	18	2,10	2,88	3,92
20	19	2,09	2,86	3,88
21	20	2,09	2,85	3,85
22	21	2,08	2,83	3,82
23	22	2,07	2,82	3,79
24	23	2,07	2,81	3,77
25	24	2,06	2,80	3,75
26	25	2,06	2,79	3,73
27	26	2,06	2,78	3,71
28	27	2,05	2,77	3,69
29	28	2,05	2,76	3,67
30	29	2,05	2,76	3,66

Например, при числе наблюдений (объеме выборки)  $n=10$  табличные значения коэффициента Стьюдента будут равны (с точностью до десятых):

$$t_{0.05} = 2,3, \quad t_{0.01} = 3,3, \quad t_{0.001} = 4,8.$$

Таким образом, если для вычисления доверительных границ используется  $t=2,3$ , вероятность ошибки составит 5%, если используется  $t=3,3$ , вероятность ошибки составит 1%, если используется  $t=4,8$ , вероятность ошибки составит 0,1%.

Следующий расчетный показатель – коэффициент корреляции.

Корреляционный анализ предназначен для определения тесноты и направленности связи между изучаемыми признаками в случае, если предполагаемая связь носит линейный характер.

Основным показателем, характеризующим тесноту и направленность связи, является коэффициент корреляции ( $r$ ). Он может варьировать от  $-1$  до  $+1$ :

$r = +1$  – между признаками существует прямая связь;

$r = -1$  – между признаками существует обратная связь;

$r = 0$  – связь между признаками отсутствует.

На практике коэффициент корреляции очень редко равен  $+1$  или  $-1$ . В биологических исследованиях часто используют следующую (условную) классификацию:

$|r| \geq 0,75$  – сильная связь;

$0,75 > |r| \geq 0,5$  – умеренная связь;

$0,5 > |r| \geq 0,25$  – слабая связь.

Расчет коэффициента корреляции производят по формуле

$$r = \frac{n \cdot \sum x_i \cdot y_i - \sum x_i \cdot \sum y_i}{\sqrt{(n \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2) \cdot (n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2)},}$$

где  $n$  – объем выборки;

$x_i$  – ширина листовой пластинки;

$y_i$  – длина листовой пластинки.

Для расчета необходимо занести первичные данные в таблицу.

### Расчет коэффициента корреляции

n	$x_i$	$x_i^2$	$y_i$	$y_i^2$	$x_i \cdot y_i$
1					
2					
	$\sum x_i$	$\sum x_i^2$	$\sum y_i$	$\sum y_i^2$	$\sum x_i \cdot y_i$

#### 4 ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ОТРАБОТАННЫМИ ГАЗАМИ АВТОТРАНСПОРТА НА УЧАСТКЕ МАГИСТРАЛЬНОЙ УЛИЦЫ

*Цель работы:* определить уровень загрязнения атмосферного воздуха в результате работы автотранспорта.

*Оборудование:* калькулятор, справочные материалы.

*Ход работы.* Выбрать участок автотрассы вблизи учебного заведения (места жительства, отдыха) длиной 0,5-1 км, имеющий хороший обзор (из окна, из парка, с прилегающей территории). Измерить шагами длину участка (в м), предварительно определив среднюю длину своего шага. В отчете зарисовать схему выбранного участка.

Определить число единиц автотранспорта, проходящего по участку в течение 20 мин, 1 ч. Заполнить таблицу.

Учетная таблица

Тип автотранспорта	Кол-во, шт.	Всего за 20 мин	За 1 ч, Nj	Общий путь за 1 ч, L, км
Легковой автомобиль	..	14	42	
Грузовой автомобиль				
Автобус				
Дизельный грузовой автомобиль				

Количество выбросов вредных веществ, поступающих от автотранспорта в атмосферу, может быть оценено расчетным методом. Исходными данными для расчета количества выбросов являются:

- число единиц автотранспорта, проезжающего по выделенному участку автотрассы в единицу времени;
- нормы расхода топлива автотранспортом

Средние нормы расхода топлива автотранспортом при движении в условиях города приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Нормы расхода топлива

Тип автотранспорта	Средняя норма расхода топлива (л на 100 км)	Удельный расход топлива $Y_j$ (л на 1 км)
Легковой автомобиль	11-13	0,11-0,13
Грузовой автомобиль	29-33	0,29-0,33
Автобус	41-44	0,41-0,44
Дизельный грузовой автомобиль	31-34	0,31-0,34

Значения эмпирических коэффициентов ( $K$ ), определяющих выброс вредных веществ от автотранспорта в зависимости от вида горючего, приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Коэффициенты выброса

Вид топлива	Значение коэффициента ( $K$ )		
	угарный газ	углеводороды	диоксид азота
Бензин	0,6	0,1	0,04
Дизельное топливо	0,1	0,03	0,04

Коэффициент  $K$  численно равен количеству вредных выбросов соответствующего компонента при сгорании в двигателе автомашины количества топлива, равного удельному расходу (л/км).

#### Обработка результатов и выводов

Рассчитать общий путь, пройденный выявленным числом автомобилей каждого типа за 1 ч ( $L$ , км), по формуле

$$L_j = N_j \cdot l,$$

где  $j$  – обозначение типа автотранспорта;

$L$  – длина участка, км;

$N_j$  – число автомобилей каждого типа за 1 ч.

Рассчитать количество топлива ( $Q_j$ , л) разного вида, сжигаемого при этом двигателями автомашин, по формуле

$$Q_j = L_j \cdot Y_j.$$

Определить общее количество сожженного топлива каждого вида ( $Q_j$ ) и результаты занести в таблицу.

### Расход топлива

Тип автомобиля	$Q_j$	
	бензин	дизельное топливо
1. Легковой автомобиль		
2. Грузовой автомобиль		
3. Автобус		
4. Дизельный грузовой автомобиль		
Всего		

Рассчитать объем выделившихся вредных веществ в литрах при нормальных условиях по каждому виду топлива и всего по формуле

$$V = \sum Q_j \cdot K.$$

Результаты занести в таблицу.

### Объем выбросов

Вид топлива	Количество вредных веществ, л		
	угарный газ	углеводороды	диоксид азота
Бензин			
Дизельное топливо			
Всего			

Рассчитать массу выделившихся вредных веществ ( $m$ , г) по формуле

$$m = \frac{V \cdot M}{22,4},$$

где  $M$  – молекулярная масса.

Результаты записать в таблицу.

## Масса выделившихся вредных веществ

Вид вредного вещества	Количество, л (объем)	Масса, г
Угарный газ		
Углеводороды		
Диоксид азота		

Принимая во внимание близость к автомагистрали жилых и общественных зданий, сделать вывод об экологической обстановке в районе исследованного вами участка автомагистрали.

## 5 БИОТЕСТИРОВАНИЕ ТОКСИЧНОСТИ СУБСТРАТОВ ПО ПРОРОСТКАМ РАЗЛИЧНЫХ РАСТЕНИЙ-ИДИКАТОРОВ

**Биоиндикация** – метод обнаружения и оценки воздействия абиотических и биотических факторов на живые организмы при помощи биологических систем.

В основу метода биоиндикации положена зависимость живых организмов от условий окружающей среды. Обычно живые организмы в той или иной степени реагируют на изменения окружающей среды, но в ряде случаев это нельзя выявить физическими или химическими методами, так как разрешающие возможности приборов или химических анализов ограничены. Этими методами может быть обнаружен, например, эффект биологического накопления отдельных токсических веществ в организмах растений и животных. А чувствительные организмы-биоиндикаторы реагируют не только на малые дозы экологического фактора, но и дают адекватную реакцию на воздействие комплекса факторов, выявляя синергизм, эмерджентность, ингибирование.

**Биотестирование** позволяет получить интегральную токсикологическую характеристику природных сред независимо от состава загрязняющих веществ. Главная задача, решаемая биотестированием, – получение быстрого ответа, токсичен ли изучаемый субстрат.

**Фитотестирование** – метод биологического тестирования, при котором в качестве тест-объектов используются растения.

*Цель работы:* при помощи методов биологической оценки определить степень токсичности субстратов в зависимости от уровня антропогенной нагрузки.

Данный метод биологической оценки субстратов или растворов проводится в двух вариантах.

1. Выращивание растений на субстратах, токсичность которых надо оценить (почва или вода).

2. Полив проростков испытуемыми растворами (вытяжка из почвы или сточные воды различных предприятий) с той или иной степенью их концентрации и очистки.

При исследовании применяют семена различных тест-растений: пшеницы, ячменя, кресс-салата, редиса и др. В связи с длительностью выращивания большинства тест-растений закладку опытов с их при-

менением следует производить в начале практики, а обработку результатов – в ее завершении.

## 1. Выращивание растений на испытуемом субстрате

### Испытание твердых субстратов (почва, измельченный торф)

*Оборудование и материалы:* пластмассовые стаканчики; пинцеты; трубочки для полива; пленка; испытуемый объект; ростки тест-растений.

*Ход работы.* Субстрат закладывают в стаканчики, увлажняют одинаковым количеством воды. Семена тест-растений предварительно намачивают в отстоянной водопроводной воде, раскладывают на два слоя фильтровальной бумаги в большую кювету, помещают в термостат для проращивания при температуре  $+25^{\circ}\text{C}$  –  $+26^{\circ}\text{C}$ . Когда длина coleoptилей достигнет 10-15 мм, появятся корни, ростки разделяют на фракции по длине и рассаживают по 10 растений каждой фракции в стаканчики на испытуемый субстрат. Контроль – субстрат, взятый в относительно чистой зоне. Полив производят через трубочку отстоянной и очищенной водопроводной водой.

Через 1-2 недели ростки достигнут длины 6-10 см, тогда производят их измерение и взвешивание. Ростки разделяют на части (надземная часть и корни) и каждую часть измеряют и взвешивают отдельно.

### Испытание воды или других жидких субстратов (вытяжка из почвы, осадки, растворы гербицидов и др.)

*Оборудование и материалы:* кюветы (в качестве небольших пластмассовых кювет можно использовать четырехугольные пластиковые емкости); пластмассовые крышки к кюветам с отверстиями; пинцеты; ростки тест-растений.

*Ход работы.* Вода может использоваться в том виде, в котором она содержится в водоеме или может быть сконцентрирована упариванием, сточная вода предприятий может быть разбавлена.

Воду наливают в кювету, в крышке которой просверливают отверстия чуть меньше испытуемых семян. Крышка должна слегка касаться воды.

В отверстия вставляют проросшие ростки таким образом, чтобы их корни достигали воды и выращивают до длины 6-10 см. Контроль



лем служит отстоянная и очищенная водопроводная вода. По мере использования ростками воды ее следует подливать. После того как ростки вырастут, их вынимают из воды, обсушивают фильтровальной бумагой, определяют длину и массу отдельно надземной части и корневой системы.

*Обработка результатов:* результаты проведенных исследований выражают в процентах по отношению к контролю, принятому за 100%. Строят диаграммы биотестовых испытаний.

## **2 Метод полива растений проростков тест-растений испытываемой загрязненной водой**

*Оборудование и материалы:* стаканчики; кюветы; фильтровальная бумага; промытый и прокаленный песок; проростки тест-растений: пшеницы, овса и др.

*Ход работы.* В стаканчики загружают одинаковое количество промытого и прокаленного песка, в который высаживают по 10 одинаковых проростков тест-растений. Песок поливают сверху одинаковым количеством испытываемой воды. Повторность – трехкратная. Контроль – полив отстоянной и очищенной водопроводной водой.

После достижения ростками высоты 8-10 см, их выкапывают, обсушивают фильтровальной бумагой, разделяют бритвой на части (стебель, корни), измеряют и взвешивают.

*Обработка результатов:* результаты проведенных исследований выражают в процентах по отношению к контролю, принятому за 100%. Строят диаграммы биотестовых испытаний.

## **6 ИЗМЕНЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ ЛЮДЕЙ ВО ВРЕМЕННОМ ПЛАНЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ**

Продолжительность жизни людей является интегральным показателем, включающим в себя многие факторы. Известно, что за последние десятилетия продолжительность жизни в России и близлежащих странах постоянно снижается. Основной причиной этого являются ухудшение экологической обстановки, общее понижение уровня жизни, ведущее к ослаблению человеческого организма, снижению его иммунитета. С нарастанием социально-экологической нагрузки на людей увеличивается риск различных заболеваний. При этом в каждом отдельном случае воздействию подвергаются определенные возрастные группы населения. Так, под влиянием радиоактивного облучения, загрязнения пестицидами, тяжелыми металлами в первую очередь подвергаются риску дети и старики: первые – потому, что любое воздействие наиболее сильно влияет на делящиеся клетки, а вторые – из-за ослабления сопротивляемости организма с возрастом, нарастания «ошибок» в функционировании генетического аппарата клеточной ткани и др.

*Цель работы:* изучить изменение продолжительности жизни людей во временном плане под влиянием антропогенных факторов.

*Ход работы.* Для сбора материала используют старые кладбища, где имеются сохранившиеся захоронения людей за последние 80-100 лет. Обычно на кладбищах всегда есть разделение на старую и новую часть. На каждой из них, проходя по диагонали в одном и другом направлении (это можно сделать по стрелке компаса), произвольно выбирают 80-100 могил, переписывают даты рождения, смерти, пол.

Построить кривые выживаемости в целом для данной человеческой популяции или по половому признаку. При этом показатели разбить на классы. По оси ординат отложить число людей (0, 5, 10, 15, 20, 30 человек), а по оси абсцисс – возраст, до которого они дожили (0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60 лет и т.д.)

Тот же сбор материала производят на кладбище с более поздними сроками захоронения (новое кладбище) и строят такую же кривую.

Построить график общей смертности по годам: по оси ординат – число людей (как и в предыдущем случае), а по оси абсцисс – годы (1930-1935, 1935-1940, 1940-1945 и т.д.)

*Обработка результатов.* Сравнить кривые на графиках и объяснить изменения в продолжительности жизни людей за последние 50-100 лет.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Федорова, А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды: учеб. пособие для вузов / А.И. Федорова, А.Н. Никольская. – М.: Владос, 2001. – 285 с.

2. Хижняк, С.В. Методы статистической обработки в экологических и биологических исследованиях. Ч. 1. Оценка параметров совокупности. Сравнение средних / С.В. Хижняк, Е.Я. Мучкина; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2000. – 46 с.

3. Хижняк, С.В. Методы статистической обработки в экологических и биологических исследованиях. Ч. 2. Дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализ / С.В. Хижняк, Е.Я. Мучкина; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2000. – 54 с.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ**

### **Образец оформления титульного листа отчета**

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Департамент научно-технологической политики и образования  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Красноярский государственный аграрный университет»

Институт \_\_\_\_\_

Кафедра \_\_\_\_\_

### **Дневник-отчет прохождения летней учебной практике по общей экологии**

Ф.И.О. студента \_\_\_\_\_

Курс (направление) \_\_\_\_\_

Ф.И.О. руководителя практики \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Дата защиты отчета \_\_\_\_\_

Оценка \_\_\_\_\_

Красноярск 20\_\_ г.

# **Общая экология**

*Методические указания по летней учебной практике*

Романова Ольга Владимировна  
Новикова Виктория Борисовна

Электронное издание

Редактор Л.Э. Трибис

Подписано в свет 29.05.2017. Регистрационный № 133  
Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета  
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117  
Тел. (391) 265-01-93. e-mail: rio@kgau.ru