

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра зоологии и биоэкологи

## **ЛИМИТИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ СРЕДЫ**

Методические материалы  
для проведения практических занятий по дисциплине «Организм и среда» для  
студентов, обучающихся по специальности 020801 - Экология, 020201 –  
Биология, 050102 – Учитель биологии, 020803 - Биоэкология

Курган 2009

Кафедра зоологии и биоэкологии

Дисциплина: «Организм и среда»  
для студ. спец.: 020801, 020201,050102, 020803

Составитель: канд.биол.наук Е.Н.Овчинников  
канд.биол.наук, доцент Н.Ю.Шпанов  
канд.биол.наук, доцент Л.В.Прояева

Пособие составлено при равноценном участии авторов.

Утверждены на заседании кафедры «22» мая 2009г.

Рекомендованы методическим  
советом университета «21» октября 2009г.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Настоящие методические рекомендации предназначены для студентов, обучающихся по специальности 020801 - Экология, 020201 – Биология, 050102- Учитель биологии, 020803 – Биоэкология.

Цель курса - ознакомить студентов с особенностями взаимодействия живых организмов и среды их обитания, основами адаптационных процессов.

В методических рекомендациях представлены лабораторный практикум с вопросами для самостоятельного изучения. Лабораторный практикум содержит практические работы, характеризующие особенности воздействия абиотических факторов на организм и его системы, определены понятия экологических факторов среды. Практикум позволяет сформировать у студентов необходимые понятия лимитирующего фактора среды, познакомить с многообразием адаптационных реакций организма.

Вопросы для самостоятельного изучения подобраны в соответствии с рабочей программой курса и направлены на совершенствование теоретических знаний студентов, а также на проверку промежуточных и итоговых знаний.

## **Предисловие**

С момента возникновения и до конца своего существования любой организм непрерывно взаимодействует с окружающей средой – совокупностью природных тел и явлений. На современном этапе развития экологии выделяют следующие типы экологической среды: водная, наземно-воздушная, почвенная, организм, как среда обитания. Характерные отличия каждой из сред – это результат селективного действия экологических факторов (условий, способных оказывать прямое или косвенное влияние на живые организмы). Совокупность данных условий принято разделять на две категории:

1. Абиотические (факторы неживой природы);
2. Биотические (факторы живой природы).

Комплексное воздействие экологических факторов на организм способствует появлению специфической адаптационной реакции, позволяющей разделить с минимальной конкуренцией условия обитания.

У каждого фактора, влияющего на рост, размножение и выживание организма, есть оптимум, зона стресса и далее зона, в которой существование данного организма не возможно. Даже единственный фактор за пределами своего оптимума приводит к стрессовому состоянию организма, а в пределе - к его гибели, и называется лимитирующим фактором.

## Лабораторная работа №1

### МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ТКАНЕЙ

Задача: познакомиться с гистоморфологическими особенностями строения клеток животного организма.

#### Реферат занятия

Эволюционный процесс и непрерывное взаимодействие живого с окружающей средой привели к многообразию жизненных форм, элементарной единицей которых является клетка. В многоклеточном организме клетка, являясь частью целого, в процессе специализации утрачивает многие свои структурные элементы. Историческое развитие совокупностей клеточных форм, получивших название ткань, обусловлено особенностями выполняемых в условиях целого организма функциональных задач. В соответствии с основными функциями, особенностями строения и развития различают *эпителиальную, соединительную, мышечную и нервную ткань*.

**Рекомендованное оборудование.** Микроскоп, постоянные микропрепараты многослойного плоского ороговевающего эпителия кожи пальца человека, мазка крови человека, сухожилия телят (продольный разрез), берцовой кости человека (поперечный разрез), поперечнополосатой мышечной ткани языка кролика, мякотных нервных волокон седалищного нерва лягушки.

#### Ход работы.

1. Постоянные микропрепараты микрокопируют в системе микроскопа (x8 или x20).
2. Результаты микрокопии фиксируют в лабораторную тетрадь в виде схемы.
3. Пользуясь атласом по гистологии, отмечают ключевые гистоморфологические структуры клеток и ткани.

#### Задание.

? Дать характеристику экологических факторов, обуславливающих особенности строения типов ткани в животном организме.

## Лабораторная работа №2

### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДНОЙ СРЕДЫ

Задача: определить пределы толерантности водных организмов к изменениям водно-солевого равновесия.

#### Реферат занятия

Вода, физиологически необходимая для любой протоплазмы, с экологической точки зрения служит лимитирующим фактором как в наземных местообитаниях, так и водных, где ее количество подвержено сильным колебаниям, а также высокая соленость способствует потере воды через осмос. *Осмотическое давление*, диффузное давление, термодинамический параметр, характеризующий стремление раствора к понижению концентрации при

соприкосновении с чистым растворителем вследствие встречной диффузии молекул растворённого вещества и растворителя.

### Растворы с различным осмотическим давлением

1.Изотонические растворы – растворы с одинаковым осмотическим давлением; природные или искусственно приготовленные растворы с таким же осмотическим давлением, как и в содержимом животных и растительных клеток, в крови и тканевых жидкостях.

В физиологических животных клетках внутриклеточное содержимое обычно изотонично внеклеточной жидкости. Как правило, по своему составу и концентрации изотонические растворы близки к морской воде. Для теплокровных животных изотоничны 0,9%-й раствор NaCl и 4,5%-й раствор глюкозы.

2.Гипертонические растворы – растворы, осмотическое давление которых выше осмотического давления в растительных или животных клетках и тканях.

3.Гипотонические растворы – растворы, осмотическое давление которых ниже, чем в клетках растительных или животных тканей.

В зависимости от функциональной, видовой и экологической специфики клеток осмотическое давление в них различно, и раствор, гипертоничный для одних клеток, может оказаться изотоничным или даже гипотоничным для других.

В качестве объектов для наблюдения рекомендовано использовать:

**Гамарус** (*Gammarus* sp.) - рачок бокоплав, имеет согнутое дугой тело, твердый хитиновый панцирь. Двигается боковыми ударами тела, грудные ноги дыхательные, с жабрами. Развитие прямое. Средний размер тела составляет обычно около 1см. Обитает как в пресных, так и в солоноводных водоемах (Рис. 1).



Рис. 1. Фотоизображение *Gammarus* sp.

**Трубочник** (*Tubifex* sp.) - тонкий нитевидный розоватого цвета червь, длиной до 80 мм. Тело разделено на многочисленные короткие сегменты, каждый из которых (кроме 1–2 передних) несет четыре пучка микроскопических щетинок.

Розовая или красная окраска трубочника обусловлена наличием в крови гемоглобина. Выдерживает сильное загрязнение при минимальном количестве растворенного в воде кислорода. Встречается большими скоплениями. Размножение только половое (Рис. 2).

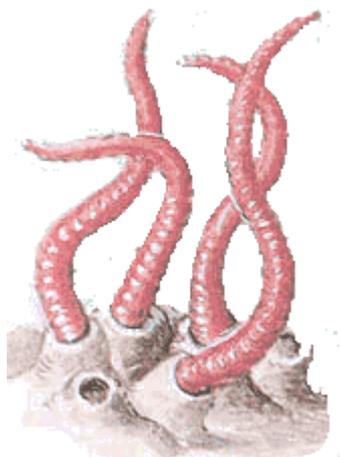


Рис. 2. Фотоизображение *Tubifex* sp.

**Рекомендованное оборудование.** Бактериологические чашки (Петри), дисциллярная вода 5 мл, 5 мл водного раствора NaCl 9%, 30%, песочные часы на 1 мин, не менее 10 жизнеспособных особей *Gammarus* sp. и *Tubifex* sp. для каждой исследуемой концентрации среды.

**Ход работы.**

1. Заполнить  $\frac{1}{2}$  чашки Петри приготовленными растворами.
2. Отобрать для каждой приготовленной среды по 10 активно движущихся особей гаммаруса и трубочника.
3. Проводить подсчет количества движущихся особей за каждую минуту наблюдения.
4. Результаты подсчета заносить в табл. 1.

Таблица 1

Время	Количество особей		
	Дисциллярная вода	Раствор NaCl 9%	Раствор NaCl 30%
1 мин			
2 мин			
n мин			

Сделать вывод, используя в качестве интегрального критерия чувствительности величину ЛД<sub>50</sub>/мин (летальная доза) – доза, вызывающая 50%-ю гибель биообъектов в единицу времени.

## Лабораторная работа №3

### Температурный фактор водной среды

Задача: изучить влияние температурного фактора на особенности респираторной активности лягушки (*Rana sp.*).

#### Реферат занятия

Температура – один из важнейших абиотических факторов, прямо или косвенно влияющий на живые организмы. Особенно заметное влияние она оказывает на обмен веществ, потребление пищи, двигательную активность и размножение.

В зависимости от характера теплообмена с внешней средой организмы делятся на:

- организмы,  $t^0$  тела которых =  $t^0$  окружающей среды, т.е. меняется в зависимости от  $t^0$  окружающей среды. Эффективный механизм терморегуляции отсутствует или несовершенен (растения, рыбы, рептилии);
- организмы с постоянной  $t^0$  тела. Характерный высокий уровень обмена веществ, наличие теплоизоляционного слоя (волосной, перьевой покров, подкожно-жировая клетчатка) (млекопитающие, птицы);
- организмы с постоянной  $t^0$  тела в период активности и сниженной в период гибернации (зимняя спячка) (еж, барсук, медведь).

Водная среда обитания отличается большей термостабильностью, что благоприятно для существования жизни. В процессе нагрева воды возрастает испарение, вследствие чего повышение температуры замедляется. При охлаждении воды ниже  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  и образовании льда выделяющееся тепло тормозит дальнейшее понижение температуры.

В отличие от наземно-воздушной среды температурный режим водоемов более устойчив, что связано с высокой теплоемкостью воды. Например, колебания  $t^0$  верхних слоев океана  $-10\text{--}15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , более глубокие слои  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Изменение  $t^0$  происходит в зависимости от глубины водоема.

**Рекомендованное оборудование.** Аквариумы объемом 3 литра, водные термометры, лед, электрический нагреватель, маркер, сачок, песочные часы на 10 мин.

#### Ход работы.

##### I этап

1. В аквариумы налить воды и поместить термометры, зафиксировать температуру и подписать аквариумы цифрами 1, 2, 3.
2. В аквариум №1 добавить 3 кубика льда, поместить лягушку в аквариум, далее охладить среду добавлением льда до  $t\ 10\text{--}13\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
3. В аквариум №2 с комнатной температурой ( $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) поместить второе животное.
4. В третий аквариум добавить 50 мл воды, подогретой до  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , зафиксировать температуру и поместить третье животное, довести  $t^0$  до  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
5. Выждать 5 мин до начала работы для адаптации животных в новых средах.
6. Зафиксировать температуру в аквариумах и занести показатели в таблицу.

7. Фиксировать количество всплытий для дыхания в минуту, активность движений. Результаты заносить в табл. 2:

Таблица 2

Время (мин)	Количество всплытий на поверхность		
	№1 (t °С)	№2 (t °С)	№3 (t °С)
10			
10			
10			

### II этап

Для характеристики адаптационного процесса после 30 мин работы:

1. Провести смену животных по следующей схеме: животное №1 в аквариум №2, животное № 2 в аквариум № 3, животное № 3 в аквариум № 1.
2. Выждать 5 мин до начала работы для адаптации животных в новых средах.
3. Зафиксировать температуру в аквариумах при необходимости провести коррекцию до требуемых значений и занести показатели в таблицу.
4. Фиксировать количество всплытий для дыхания в минуту, активность движений. Результаты заносить в табл.2.

Сделать вывод по каждому опыту, отметить влияние температуры на активность лягушек.

### Задание.

?Дайте характеристику концепции Либиха.

## Лабораторная работа №4

### Температурный фактор наземно-воздушной среды

Задача: изучить влияние температурного фактора на показатели системной гемодинамики у человека.

### Реферат занятия

Температура тела человека и высших животных поддерживается на относительно постоянном уровне, несмотря на колебания температуры окружающей среды. Данное постоянство носит название изотермии. Изотермия характерна гомойотермным животным и отсутствует у пойкилотермных. Температура органов и тканей зависит от интенсивности теплообразования и теплопотерь. Наилучшие показатели температуры отражает температура крови в полостях сердца и наиболее крупных сосудах, поскольку циркулирующая кровь нагревается в активных тканях и охлаждается в коже. Средние пределы колебания температуры тела здорового человека составляет 36,5-36,9 °С.

Помимо общей для всех наземных животных природной среды, окружающая человека среда включает еще созданную им самим материальную и социальную среду, которые образуют единую сложную систему взаимодействующих факторов совокупно влияющих на физиологические процессы.

**Рекомендованное оборудование.** Кювета, вода 100 мл, лед, водный термометр, секундомер, тонометр.

**Ход работы.**

1. В кювету налить воды и охладить добавлением льда до +4 °С;
2. В положении лежа на одной руке испытуемого измерить артериальное давление (АД), частоту сердечных сокращений (ЧСС);
3. Опустить кисть другой руки в воду и держать в течение 1 мин;
4. Измерить АД и ЧСС непосредственно после погружения, через 30 с, 1 мин;
5. Вынуть руку из воды и провести измерения АД и ЧСС через 1 мин до восстановления показателей к исходному уровню;
6. Результаты измерений занести в табл.3:

Таблица 3

Показатель	Покой, положение лежа	Рука погружена в воду			Рука вынута из воды		
		1 с	30 с	1 мин	1 мин	2 мин	3 мин
ЧСС							
АД сист.							
АД диаст.							

Сделать вывод на основании дифференцированной вегетативной реакции:

- нормальная: характерно повышение АД на 10 - 20 мм рт. ст.;
- повышенная: характерно выраженное повышение АД;
- сниженная: характерно незначительное повышение АД (подъем диастолического давления менее 10 мм рт. ст.).

**Лабораторная работа №5**  
**Газовый состав воздуха**

Задача: изучить влияние острой гипоксии на количественные показатели эритроцитов крови млекопитающих.

**Реферат занятия**

Эритроциты – наиболее многочисленные форменные элементы крови, основное содержимое которых составляет гемоглобин. Зрелые эритроциты человека и млекопитающих двояковогнутой формы, не имеют ядра. Их основная роль – снабжение тканей кислородом и транспорт углекислого газа, одним словом – участие в обмене газов.

**Рекомендованное оборудование.** Счетная камера Горяева, контейнер для фиксации животного, эксикатор, микроскоп, штатив для пробирок, пипетка Сали, лезвие безопасной бритвы, пипетка на 5 мл, пробирка на 10 мл, вата, покровные стекла, резиновые перчатки, бинт, предметное или часовое стекло для сбора крови, спиртовой раствор йода, табак или его эквивалент, мыши линии СВА.

**Ход работы.**

**I этап – Подготовка материала**

1. На кончике хвоста животного при помощи бритвенного лезвия сделать надрез и произвести забор крови в капиллярную трубочку;

2. Развести исследуемую кровь в 200 раз: для этого в сухую пробирку отмерить 4 мл физиологического раствора, пипеткой Сали отмерить 0,02 мл крови;
3. Вытереть кончик пипетки фильтровальной бумагой или ватой и выдуть кровь на дно пробирки;
4. Пипетку тщательно промыть в верхнем слое жидкости, повторно набирая ее и выдувая в пробирку;
5. Содержимое пробирки перемешать и оставить стоять до момента счета (рекомендуется считать эритроциты в ближайшие 2-3 часа после взятия крови, так как эритроциты могут разрушиться);
6. Подготовить счетную камеру: для этого протереть насухо камеру с сеткой и покровное стекло, покровное стекло притереть к камере, слегка надавливая на стекло таким образом, чтобы по его краям появились радужные полосы (это свидетельствует о требуемой высоте камеры – 0,1 мм);
7. Тщательно встряхнуть содержимое пробирки;
8. Отобрать стеклянной палочкой каплю разведенной крови и поднести ее к краю покровного стекла, следя за тем, чтобы она равномерно, без пузырьков воздуха заполнила всю поверхность камеры с сеткой, не затекая в бороздки.
9. Заполненную камеру оставить в горизонтальном положении 1 минуту (для оседания эритроцитов).

#### II этап – Подсчет эритроцитов

1. Поместить, не меняя горизонтального положения, счетную камеру на столик микроскопа;
2. Найти верхний левый край сетки (объектив 8х, окуляр 10х);
3. Произвести счет в 5 больших квадратах, разделенных на 16 малых, т.е. в 80 малых квадратах (рекомендуется считать клетки в квадратах сетки, расположенных по диагонали);
4. Произвести расчет количества эритроцитов в 1 мкл крови исходя из разведения крови (200), числа сосчитанных квадратов (80) и объема одного малого квадрата (1/4000), по следующей формуле:  $X = a \times 4000 \times 200/80$ ; где X – число эритроцитов в 1 мкл крови, а – число сосчитанных эритроцитов. В результате сокращения получаем:  $X = a \times 10000$ .

#### III этап – Постановка эксперимента

1. Поместить на дно эксикатора зажженный табак или его эквивалент;
  2. Поместить животное в эксикатор на 30-50 с;
  3. Наблюдать за поведением животного и при начальных признаках асфиксии (судорожные движения) немедленно достать его из эксикатора;
  4. Произвести I и II этапы работы;
- Сравнить результаты подсчета эритроцитов контрольного и экспериментального животного, сделать вывод о влиянии острой гипоксии на показатели крови.

#### **Задание.**

? Дайте характеристику основных биологических ритмов.

## **Лабораторная работа №6** **Гравитационный фактор**

Задача: изучить влияние гравитационного фактора определением ортостатической пробы как показателя системной гемодинамики у человека.

### **Реферат занятия**

Топография (рельеф) относится к орографическим факторам и тесно связана с другими абиотическими факторами, хотя и не принадлежащими к таким прямодействующим экологическим факторам, как свет, тепло, вода и почва. Главным топографическим (орографическим) фактором является высота. С высотой снижаются средние температуры, увеличивается суточный перепад температур, возрастают количество осадков, скорость ветра и интенсивность радиации, понижаются атмосферное давление и концентрация газов. Аналогичную зависимость проявляют внутренние среды организма, так, например, при переходе из горизонтального положения в вертикальное развиваются гравитационные перемещения крови с одновременным включением компенсаторных реакций сердечнососудистой системы.

**Рекомендованное оборудование.** Тонометр, секундомер.

### **Ход работы.**

1. У испытуемого в положении лежа определить артериальное давление (АД) и частоту сердечных сокращений (ЧСС);
2. Испытуемый медленно встает в удобное положение;
3. Одновременно определить АД и ЧСС;
4. Повторить измерения каждую последующую минуту в течение 10 минут;
5. Если показатели не стабилизируются, повторяют измерения АД и ЧСС в положении лежа.

Сделать вывод с учетом нормального вегетативного обеспечения центральной гемодинамики: при вставании – кратковременный подъем систолического АД до 20 мм рт. ст., в положении стоя допустимо снижение систолического АД на 15 мм рт. ст. с одновременным возрастанием ЧСС на 40 ударов в 1 минуту по сравнению с исходным уровнем.

### **Задание.**

? Опишите механизмы, позволяющие организму компенсировать действие экологических факторов.

## **Лабораторная работа №7** **Физическая нагрузка**

Задачи: изучить влияние физической нагрузки на показатели системной гемодинамики у человека.

### **Реферат занятия**

Одним из основных свойств живых существ является передвижение тела в пространстве – локомоция, которая стала возможной в результате формирования, взаимодействия и координированной работы нервной, мышечной и скелетной систем. В основе любого двигательного акта лежит физическая нагрузка, которая в свою очередь является сильным физическим раздражителем для организма, вызывая стрессовую приспособительную реакцию, обеспечивает оптимальную мышечную деятельность, направленную на поддержание и восстановление постоянства внутренней среды организма.

**Рекомендованное оборудование.** Тонометр, секундомер, ручной динамометр.

**Ход работы.**

1. У испытуемого в состоянии покоя определить частоту сердечных сокращений (ЧСС), частоту дыхательных движений (ЧД), артериальное давление (АД), силу мышц правой и левой кисти;
2. Испытуемый производит бег на месте в предельно быстром темпе в течении 20 сек;
3. Непосредственно после нагрузки определить АД, ЧСС, ЧД, мышечную силу;
4. Производить определение с интервалом в 1 мин показателей до восстановления исходных значений (в среднем 10 мин);
5. Испытуемый производит бег в темпе 180 шагов в мин в течении 7 мин.
6. Непосредственно после нагрузки определить АД, ЧСС, ЧД, мышечную силу;
7. Производить определение с интервалом в 1 мин показателей до восстановления исходных значений (в среднем 13 мин);
8. Испытуемый совершает статическую работу (упор лежа на руках до утомления);
9. Непосредственно после нагрузки определить АД, ЧСС, ЧД, мышечную силу;
10. Результаты измерений занести в табл.4:

Таблица 4

Условия опыта	ЧСС (уд/мин)	ЧДД (/мин)	АД систолическое (мм рт. ст.)	АД диастолическое (мм рт. ст.)	Мышечная сила (кг)	
					правая кисть	левая кисть
В состоянии покоя						
Восстановительный период I						
1 мин						
2 мин						
n мин						
Восстановительный период II						
1 мин						
2 мин						
n мин						
Восстановительный период III						
1 мин						
2 мин						
n мин.						

По результатам работы сделать вывод.

## **Лабораторная работа №8**

### **Функциональные возможности человека**

Задача: ознакомиться с функциональными резервами организма человека.

#### **Реферат занятия**

Экстремальными условиями для отдельного человека являются любые резкие изменения в образе жизни, а *опасными для жизни* — условия, адаптация к которым невозможна (т.е. выходит за пределы физиологической толерантности, видовой генетической нормы реакции). Причем адаптационные возможности организма человека определяются не только физиологическими, но и социальными условиями и факторами. Наиболее комплексный показатель индивидуальной адаптации человека к условиям среды — его работоспособность и общий жизненный тонус, которые отражают сложные взаимодействия гормонального статуса, состояния нервной, иммунной и других физиологических систем организма, а также и свойства личности (т.е. совокупности социальных, интеллектуальных, эмоциональных и духовных черт человека).

**Рекомендованное оборудование.** Мультимедийный проектор, DVD-ресивер, коллекция фильмов «Функциональные возможности организма человека».

#### **Ход работы.**

Ознакомится в ходе просмотра с адаптационными резервами анатомо-физиологических систем организма человека.

#### **Задание.**

?Дать характеристику лимитирующим факторам человеческой популяции.

## **Лабораторная работа №9**

### **Биологически активные вещества**

Задачи: изучить влияние этилового спирта на показатели выносливости у млекопитающих

#### **Реферат занятия**

Дозы веществ, вводимые лабораторным животным, обычно выражают в граммах или миллилитрах на 1 килограмм массы тела животного. Введение мышам различных веществ проводят четырьмя способами: перорально, подкожно, внутрибрюшинно и внутривенно. Внутривенный способ наиболее сложен и используется редко. При пероральном способе велика вероятность потери вводимого вещества из-за активного сопротивления животного. Таким образом, наиболее эффективными способами являются подкожный и внутрибрюшинный. Вещества вводят вдвоем. Один исследователь удерживает мышью рукой, другой придерживая мышью за тазовую конечность вводит иглу инсулинового шприца параллельно позвоночнику (внутрибрюшинный способ). При подкожном введении — один исследователь удерживает мышью рукой, другой оттягивая кожу на животе мыши вводит в кожную складку необходимое средство.

**Рекомендованное оборудование.** Аквариум, секундомер, резиновые перчатки, шприц 5 мл с иглой, 10 мл 95% этанола, мыши линии СВА.

## Ход работы.

### І этап

Измерение мышечной силы и восстанавливаемости мышечной силы

Мышечную силу измеряют по времени удерживания в безопорном положении на специальной струне.

1. Дать мыши зацепиться передними лапами за струну и поднять ее в безопорное положение над аквариумом;
2. Одновременно засечь время по секундомеру;
3. Остановить секундомер после того, как мышь упадет на дно аквариума, и записать истекшее время.
4. Повторить процедуру через 20 мин;
5. Вычислить коэффициент восстанавливаемости мышечной силы, который равен отношению времен удерживания на струне 1 и 2. ( $T_0/T_{20}$ )

### II этап

Введение биологически активных веществ

1. Рассчитать количество этанола с учетом токсической дозы равной 4 мл. на 1 килограмм при массе мыши 25 гр.
2. Ввести этанол внутрибрюшинно;
3. Повторить I этап работы.

Сравнить результаты контрольного и опытного теста, сделать вывод о влиянии биологически активных веществ на мышечную силу и восстанавливаемость.

### Список литературы

1. Алмазов, И.В. Атлас по гистологии и эмбриологии / И.В. Алмазов, Л.С. Сутулов. -М.: Медицина, 1978. -544 с.
2. Шмидт-Ниельсен, К. Физиология животных / К. Шмидт-Ниельсен.- М.:Мир, 1982. -800с.
3. Николайкин, Н.И. Экология: учебник для вузов / Н.И. Николайкин, Н. Е. Николайкина, О. П. Мелехова. -М.: Дрофа, 2004. -624 с.
4. Одум. Ю. Экология / Ю. Одум. Пер. с англ. -М.: Мир, 1986. -328 с.
5. Колтышев А.Ф., Прояева Л.В., Шаламова Е.Ю., Шпанов Н.Ю. Экологическая физиология: учебное пособие. -Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2003.- 135с.

Овчинников Евгений Николаевич  
Шпанов Николай Юрьевич  
Прояева Лариса Викторовна

## **ЛИМИТИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ СРЕДЫ**

Методические указания для проведения лабораторных работ по дисциплине  
организм и среда для студентов, обучающихся по специальности  
020801 - Экология, 020201 – Биология, 050102 – Учитель биологии,  
020803 - Биоэкология

Редактор: Н.М.Устюгова

---

Подписано к печати	Формат 60x84 1/16	Бумага тип. № 1
Печать трафаретная	Усл.-печ.л. 1,0	Уч.изд.л. 1,0
Заказ	Тираж 50	Цена свободная

---

Редакционно – издательский центр КГУ.  
640669, г.Курган, ул. Гоголя, 25.  
Курганский государственный университет.