

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»

Институт биологии и биомедицины

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИББМ \_\_\_\_\_ Ведунова М.В.  
«29» \_\_\_\_\_ августа 2019 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Методы и принципы экологической  
токсикологии**

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

**Специалитет**

Направление подготовки / специальность

**30.05.01 Медицинская биохимия**

Квалификация (степень)

**Врач-биохимик**

Форма обучения

**Очная**

Нижегород

2019 год

## 1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «**Методы и принципы экологической токсикологии**» относится к вариативной части Блока 1 дисциплин по выбору Б1.В.ДВ ОПОП по специальности 30.05.01 «**Медицинская биохимия**». Дисциплина читается студентам в 5 семестре 3 курса.

Студенты к моменту освоения дисциплины «**Методы и принципы экологической токсикологии**», согласно ФГОС ВО, ознакомлены с основными теоретическими понятиями и прикладными знаниями, полученными в рамках изучения дисциплин «Общая биохимия».

**Целями освоения дисциплины являются:**

В основу курса «**Методы и принципы экологической токсикологии**» положены современные представления о накоплении различных токсикантов в экологических системах. Разобраны механизмы их концентрации по пищевым цепям. Основное внимание уделяется детоксикации и метаболической активации ксенобиотиков (чужеродных для организма соединений, не вступающих ни в пластический, ни в энергетический обмен в клетке) в тканях растений и животных различных трофических уровней.

## 2. **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)**

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
<b>ПК-6</b> - способность к применению системного анализа в изучении биологических систем  (начальный этап формирования)	<b>З (ПК-6) Знать:</b> базовые понятия, термины, правила и принципы экотоксикологии как отрасли фундаментальных экологических знаний; механизмы функционирования организмов и надорганизменных живых систем в условиях химического загрязнения; основные методы токсикологических исследований: биотестирования, биоиндикации. <b>У (ПК-6) Уметь:</b> легко ориентироваться в учебной и справочной литературе экотоксикологического профиля; правильно и аргументированно использовать понятия и термины экотоксикологии в ходе своих логических рассуждений; использовать полученные знания на практике, в частной жизни и в педагогической деятельности. <b>В (ПК-6) Владеть:</b> методами и принципами экологической токсикологии, владеть теоретическими знаниями в области экологической токсикологии, навыками самоконтроля основных физиологических показателей, способствующих сохранению и укреплению здоровья, профилактике заболеваний

## 3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины (модуля) составляет 4 зачетных единиц, всего **144 часов**, из которых **69 часов** составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (**34** часа занятий лабораторного типа, **34** часа практического типа, 1 час мероприятия промежуточного контроля), **75 часов** составляет самостоятельная работа обучающегося.

**Содержание дисциплины (модуля)**

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе		
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы		
		Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	
Введение	22	5	5	12
Раздел I. Экотоксиканты	22	5	5	12
Раздел II. Химико-аналитические методы анализа экотоксиканитов и окружающей среде	25	6	6	12
Раздел III. Биологическое тестирование и биоиндикация	25	6	6	13
Раздел IV. Механизмы концентрации экотоксикантов различных классов в тканях животных и растений	25	6	6	13
Раздел V. Экологическое нормирование	25	6	6	13
В т.ч. текущий контроль	1			
Промежуточная аттестация в форме зачета				
Итого	144	34	34	75

#### **4. Образовательные технологии**

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме лабораторных и практических занятий.

**Образовательные технологии, способствующие формированию компетенций, используемые на занятиях практического типа:**

- регламентированная самостоятельная деятельность студентов;
- решение проблемных ситуаций для реализации технологии коллективной мыслительной деятельности;
- организация дискуссии;
- анализ и обсуждение практических ситуаций.

На практических занятиях изучается программный материал в плоскости отработки практических умений и навыков и усвоения тем учебной программы. Особенностью семинаров является ориентация на конкретные данные исследований, проводимых студентами в рамках научно-исследовательской деятельности и подготовки квалификационной работы. В ходе семинаров проводится обсуждение теоретических аспектов различных методов обработки данных и их анализа, а также конкретных исследований, выполненных студентами, и их результатов.

Формой итогового контроля знаний студентов по дисциплине является зачет в ходе, которого оценивается уровень теоретических знаний и навыки решения практических задач.

### **Перечень тем практических/лабораторных занятий**

#### **Тема 1. Загрязнение окружающей среды**

- 1) Лабораторная работа: «Загрязнение пищевых продуктов нитратами и их определение в различных овощных культурах в зависимости от вида, сорта, органа, ткани» (определение нитратов методом ионоселективных электродов).
- 2) Практическое занятие: Представление и публичная защита отчета по лабораторной работе.
- 3) Практическое занятие по разделам темы: «Основные понятия, термины, определения»; «Типы загрязнений»; «Источники загрязнения природных сред»; «Поступление токсичных веществ от промышленных производств и автотранспорта», «Загрязнение агроэкосистем»; «Превращения химических веществ природных средах»; «Биологическая миграция»; «Основные экополлютанты»; «Микроэлементы в экосистемах»; «Диоксины»; «Пестициды»; «Нефть и нефтепродукты» – семинарское занятие, контрольная работа, решение ситуационных задач.

#### **Тема 2. Принципы оценки токсичности вещества**

- 1) Лабораторная работа: «Биоиндикация токсичности почвы».
- 2) Практическое занятие: Представление и публичная защита отчета по лабораторной работе.
- 3) Лабораторная работа: Оценка состояния загрязнения атмосферного воздуха в условиях городской среды с использованием вида-индикатора – сосны обыкновенной.
- 4) Практическое занятие: Представление и публичная защита отчета по лабораторной работе.

#### **Тема 3. Токсикологическое нормирование**

Практическое занятие на тему «Основные классы токсичных веществ. Санитарно-гигиеническое и экологическое нормирование. Процедура нормирования в разных странах» - решение задач, дискуссия.

### **5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

#### **5.1 Методические указания для обучающихся**

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение практических подходов к анализу и обработке данных экологических исследований.

*Цель самостоятельной работы* – подготовка современного компетентного специалиста и формирование способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Самостоятельная работа является наиболее деятельным и творческим процессом, который выполняет ряд дидактических функций: способствует формированию диалектического мышления, вырабатывает высокую культуру умственного труда, совершенствует способы организации познавательной деятельности, воспитывает ответственность, целеустремленность, систематичность и последовательность в работе студентов, развивает у них бережное отношение к своему времени, способность доводить до конца начатое дело.

#### **Изучение понятийного аппарата дисциплины**

Вся система индивидуальной самостоятельной работы должна быть подчинена усвоению понятийного аппарата, поскольку одной из важнейших задач подготовки современного грамотного специалиста является овладение и грамотное применение профессиональной терминологии. Лучшему усвоению и пониманию дисциплины помогут

различные энциклопедии, словари, справочники и другие материалы, указанные в списке литературы.

### **Работа над основной и дополнительной литературой**

Изучение рекомендованной литературы следует начинать с учебников и учебных пособий, затем переходить к нормативно-правовым актам, научным монографиям и материалам периодических изданий. Конспектирование – одна из основных форм самостоятельного труда, требующая от студента активно работать с учебной литературой и не ограничиваться конспектом лекций.

Студент должен уметь самостоятельно подбирать необходимую для учебной и научной работы литературу. При этом следует обращаться к предметным каталогам и библиографическим справочникам, которые имеются в библиотеках.

Для аккумуляции информации по изучаемым темам рекомендуется формировать личный архив, а также каталог используемых источников. При этом если уже на первых курсах обучения студент определяет для себя наиболее интересные сферы для изучения, то подобная работа будет весьма продуктивной с точки зрения формирования библиографии для последующего написания дипломного проекта на выпускном курсе.

### **Самоподготовка к семинарским занятиям**

При подготовке к семинарскому занятию необходимо помнить, что данная дисциплина тесно связана с ранее изучаемыми дисциплинами.

На семинарских занятиях студент должен уметь последовательно излагать свои мысли и аргументировано их отстаивать. Для достижения этой цели необходимо:

- 1) ознакомиться с соответствующей темой программы изучаемой дисциплины;
- 2) осмыслить круг изучаемых вопросов и логику их рассмотрения;
- 3) изучить рекомендованную учебно-методическим комплексом литературу по данной теме;
- 4) тщательно изучить лекционный материал;
- 5) ознакомиться с вопросами очередного семинарского занятия;
- 6) подготовить краткое выступление по каждому из вынесенных на семинарское занятие вопросу.

Изучение вопросов очередной темы требует глубокого усвоения теоретических основ дисциплины, раскрытия сущности основных положений, проблемных аспектов темы и анализа фактического материала.

При презентации материала на семинарском занятии можно воспользоваться следующим алгоритмом изложения темы: определение и характеристика основных категорий, эволюция предмета исследования, оценка его современного состояния, существующие проблемы, перспективы развития. Весьма презентабельным вариантом выступления следует считать его подготовку в среде Power Point, что существенно повышает степень визуализации, а, следовательно, доступности, понятности материала и заинтересованности аудитории к результатам научной работы студента.

### **Самостоятельная работа студента при подготовке к зачету**

Контроль выступает формой обратной связи и предусматривает оценку успеваемости студентов и разработку мер по дальнейшему повышению качества подготовки современных специалистов.

Итоговой формой контроля успеваемости студентов по учебной дисциплине «Методы и принципы экологической токсикологии» является зачет.

Бесспорным фактором успешного завершения очередного модуля является кропотливая, систематическая работа студента в течение всего периода изучения дисциплины (семестра). В этом случае подготовка к зачету будет являться концентрированной систематизацией всех полученных знаний по данной дисциплине.

В начале семестра рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к зачету по данной дисциплине, а также использовать в процессе обучения программу, другие методические материалы, разработанные кафедрой по данной дисциплине. Это позволит в

процессе изучения тем сформировать более правильное и обобщенное видение студентом существа того или иного вопроса за счет:

- а) уточняющих вопросов преподавателю;
- б) подготовки рефератов по отдельным темам, наиболее заинтересовавшим студента;
- в) самостоятельного уточнения вопросов на смежных дисциплинах;
- г) углубленного изучения вопросов темы по учебным пособиям.

После изучения соответствующей тематики рекомендуется проверить наличие и формулировки вопроса по этой теме в перечне вопросов к зачету, а также попытаться изложить ответ на этот вопрос. Если возникают сложности при раскрытии материала, следует вновь обратиться к лекционному материалу, материалам практических занятий, уточнить терминологический аппарат темы, а также проконсультироваться с преподавателем.

#### **Изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет**

Ресурсы Интернет являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам.

### **6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:**

**6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования**

**ПК-6 - способность к применению системного анализа в изучении биологических систем**

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
	не зачтено		зачтено				
<i>Знать</i> базовые понятия, термины, правила и принципы экотоксикологии как отрасли фундаментальных экологических знаний; механизмы функционирования организмов и надорганизменных живых систем в условиях химического загрязнения; основные методы токсикологических исследований: биотестирования, биоиндикации.	отсутствие знаний материала	наличие грубых ошибок в основном материале	знание основного материала с рядом негрубых ошибок	знание основного материалом с рядом заметных погрешностей	знание основного материала с незначительными погрешностями	знание основного материала без ошибок и погрешностей	знание основного и дополнительного материала без ошибок и погрешностей
<i>Уметь</i> легко ориентироваться в учебной и справочной	Полное отсутствие умения легко	Отсутствие умения легко ориентироваться	Умение применять легко ориентироваться	Умение легко ориентироваться в	Умение применять легко ориентироваться	Умение применять легко ориентироваться	Умение применять легко ориентироваться

[illegible]

заболеваний	ля основных физиологи- ческих показателей , способству- ющих сохранению и укреплению здоровья, профилакти- ке заболеваний	навыками самоконтр- оля основных физиологи- ческих показателе- й, способств- ующих сохранени- ю и укреплени- ю здоровья, профилакти- ке заболеваний	основных физиологи- ческих показателей , способству- ющих сохранению и укреплению здоровья, профилакти- ке заболеваний	основных физиологи- ческих показателей , способству- ющих сохранению и укреплению здоровья, профилакти- ке заболеваний	навыками самоконтр- оля основных физиологи- ческих показателе- й, способств- ующих сохранени- ю и укреплени- ю здоровья, профилакти- ке заболеваний	самоконтр- оля основных физиологи- ческих показателе- й, способств- ующих сохранени- ю и укреплени- ю здоровья, профилакти- ке заболеваний	навыками самоконтр- оля основных физиологи- ческих показателе- й, способств- ующих сохранени- ю и укреплени- ю здоровья, профилакти- ке заболеваний
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

## 6.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде зачета, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Зачет проводится в устной форме и заключается в ответе студентом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

Оценка	Уровень подготовки
Зачтено	Достаточный уровень подготовки. Студент показывает хорошее владение теоретическим материалом. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя.  Выполнение контрольных зачетных заданий от 50 до 100 %.
Не зачтено	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы преподавателя.  Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50%.



### **6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих сформированность компетенций**

*Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:*

- устные ответы на вопросы;
- собеседование в ходе зачета.

*Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:*

- оценка выступления на семинаре, которое подразумевает презентацию выполненного анализа данных собственного исследования.

### **6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций и (или) для промежуточной аттестации сформированности компетенции.**

#### **Вопросы промежуточного контроля (зачет):**

1. Экологическая токсикология как новая область науки об окружающей среде. Предмет, объекты, цели и задачи. Место экологической токсикологии в системе наук об окружающей среде. Практическое значение и актуальность экотоксикологических исследований.
2. Основные понятия экологической токсикологии: загрязнение окружающей среды, поллютант, ксенобиотик. Соотношение терминов.
3. Основные токсиметрические характеристики. Пороговый уровень, доза, концентрация токсического агента.
4. Характеристика, источники поступления, особенности миграции в экосистемах тяжелых металлов (кадмий, свинец, ртуть, олово, алюминий, медь и т.д.). Металлорганические соединения.
5. Основные классы пестицидов и гербицидов. Характеристика. Поверхностно-активные вещества.
6. Органические токсиканты: полихлорированные бифенилы, диоксины. Характеристика, источники поступления.
7. Природа радиационного воздействия. Типы излучений. Радионуклиды: естественные и искусственные.
8. Естественный радиационный фон Земли. Глобальное радиоактивное загрязнение. Радиочувствительность организмов.
9. Токсический эффект. Связь между структурой и биологической активностью экотоксикантов. Пути первичного токсического эффекта. Вторичный токсический эффект.
10. Основные конечные проявления токсичности – острая и хроническая системная токсичность, эмбриональная и репродуктивная токсичность, генотоксичность, мутагенность.
11. Механизмы экотоксичности на разных уровнях организации живой материи.
12. Глобальные экологические проблемы. Кислотные дожди. Парниковый эффект. Нефтяное загрязнение.
13. Основные пути поступления токсикантов в организмы животных и растений. Пути выведения.
14. Абиотическая биотрансформация. Основные процессы, значение.
15. Взаимодействие токсиканта с рецепторами мембраны, адсорбция токсикантов. Факторы влияющие на эти процессы.
16. Механизмы развития биологической реакции в ответ на воздействие токсикантов: антагонизм, синергизм, аддитивность.
17. Основные пути поступления и выведения токсикантов у живых организмов.

18. Биотрансформация органических токсикантов. Реакции окисления. Реакции гидролиза. Примеры. Дегалогенирование.

19. Биотрансформация неорганических экотоксикантов. Факторы влияющие на биотрансформацию экотоксикантов.

20. Биоаккумуляция токсических соединений. Одноячеечная система биоаккумуляции токсических соединений. Многоячеечная система биоаккумуляции экотоксикантов.

### **Темы практических (семинарских) занятий:**

#### **Введение.**

Предмет и задачи экологической токсикологии, место в системе наук об окружающей среде. Практическое значение и актуальность экотоксикологических исследований.

#### **1. Экотоксиканты.**

1.1 Классификация токсических соединений, поступающих в окружающую среду. Приоритетные загрязнители и особо опасные экотоксиканты.

1.2 Активные формы кислорода, озон, свободные радикалы.

1.3 Тяжелые металлы: источники поступления, характер накопления в экосистемах, металлоорганические соединения.

1.4 Органические токсиканты, полициклические углеводороды, полихлорированные бифенилы. Основные классы пестицидов и гербицидов. Поверхностно активные вещества.

1.5 Диоксины.

1.6 Радионуклиды.

#### **2. Химико-аналитические методы анализа экотоксикантов и окружающей среде.**

2.1 Методы отбора проб для химико-аналитического анализа. Пробы снега, воздуха, воды. Отбор биологических образцов: фито- и зоо- планктон, сбор бентоса. Ткани животных. Методы отбора и фиксации проб крови. Выбор яиц из кладок. Методы, позволяющие минимизировать нарушения экосистем при отборе проб для токсикологического анализа.

2.2 Методы анализа содержания металлов в окружающей среде. Пламенная фотометрия.

2.3 Методы анализа органических токсикантов. Спектральные и люминесцентные методы. Хроматография. Хроматомасс-спектрометрия.

#### **3. Биологическое тестирование и биоиндикация.**

3.1 Биологические тест-системы. Основные принципы биотестирования и биоиндикации. Биомаркеры.

3.2. Отклик почвенных и водных микроорганизмов на воздействие экотоксикантов различных классов. Микробиологическая экотоксикология.

3.3 Тест системы на основе исследования микроводорослей и высших растений. Влияние экотоксикантов на систему фотосинтеза.

3.4 Дафнии как классический объект водной токсикологии.

3.5 Отклик ихтиофауны на экотоксиканты. Ксенобиохимия рыб: системы детоксикации и метаболической активации токсикантов в тканях рыб. Отклик иммунной системы рыб на низкомолекулярные и высокомолекулярные токсиканты. Пищевое поведение и пищевая мотивация рыб под воздействием экотоксикантов. Влияние экотоксикантов на эмбриогенез рыб.

3.6 Биологические тест системы на позвоночных животных. Иммунная

система и система крови позвоночных как тест-объект для исследования влияния токсических соединений. Тест-системы на основе биологических мембран. Перекисное окисление липидов. Отклик нервной системы позвоночных на воздействие токсикантов различных классов. Тест системы на основе исследования модификации проведения нервного импульса. Тест-системы для исследования влияния токсикантов на поведение животных.

3.7 Биологическое тестирование и биоиндикация мутагенных, тератогенных и канцерогенных соединений. Микроядерный тест. Исследование хромосомных перестроек. Генные мутации. Тест Эймса. Влияние экотоксикантов на эмбриогенез животных и растений.

3.8 Биоиндикация радионуклидов. Характерные нарушения генетического аппарата и иммунной системы холоднокровных и теплокровных животных под действием ионизирующей радиации и радионуклидов. Свободно-радикальные реакции в тканях животных, вызываемые ионизирующей радиацией.

3.9 Механизмы концентрации экотоксикантов различных классов в тканях животных и растений. Накопление экотоксикантов по пищевым цепям. Эволюция систем детоксикации и метаболической активации. Пероксидаза растений, монооксигеназное окисление в тканях животных. Реакции конъюгации. Механизмы выведения токсикантов из тканей растений и животных

#### **4. Экологическое нормирование.**

4.1 Предельно допустимые концентрации химических соединений в рыбохозяйственных водоемах. Методы разработки и контроля.

4.2 Санитарно-гигиенические нормы. Контроль содержания токсикантов в жилых и рабочих помещениях, продуктах питания, пищевых добавках и лекарственных средствах. Заболевания людей, вызываемые экотоксикантами. Охрана внутренней среды человека.

### **Перечень тем лабораторных занятий:**

*Лабораторное занятие №1.* Химическое загрязнение окружающей среды. Проблемы экотоксикокинетики.

*Лабораторное занятие №2.* Методы оценки токсичности среды.

*Лабораторное занятие №3.* Воздействие загрязняющих веществ на живые организмы.

*Лабораторное занятие №4.* Глобальные проблемы экологии, вызванные химическим загрязнением окружающей среды.

*Лабораторное занятие №5.* Неорганические загрязнители окружающей среды. Экологические последствия повышения их содержания.

*Лабораторное занятие №6.* Органические загрязнители окружающей среды, их влияние на живые организмы.

Выполнение лабораторных работ является обязательным условием успешного освоения курса. Студенты должны выполнить все лабораторные работы, оформить письменные отчеты и сдать работы преподавателю. По итогам собеседования по каждой работе студент получает зачтено/не зачтено. Получение зачета по всем лабораторным работам является допуском к итоговой форме контроля по курсу.

#### ***Лабораторное занятие №1***

##### **Химическое загрязнение окружающей среды. Проблемы экотоксикокинетики**

*Вопросы для обсуждения:*

1. Экотоксикология (ЭТ), как самостоятельное научное направление. Предмет и задачи ЭТ. Отличие ЭТ от классической токсикологии.
2. Организации и программы, использующие экотоксикологический подход к анализу окружающей среды.

3. Загрязнение окружающей среды (определение), типы загрязнений.
4. Классификация загрязнений по пространственному распределению, по силе и характеру воздействия.
5. Источники появления потенциально токсичных веществ в окружающей среде.
6. Классификация источников загрязнения.

Написание терминологического диктанта по теме занятия.

### *Лабораторная работа*

*Цель работы* – оценить загрязнение атмосферного воздуха и воздуха рабочих помещений оксидом углерода и сернистым ангидридом.

#### **Работа 1. Определение окиси углерода в атмосферном воздухе**

Газоанализатор "Палладий-3" предназначен для измерения концентрации окиси углерода в атмосферном воздухе. Принцип действия газоанализатора основан на методе анализа газов электролитическим способом при постоянном потенциале.

Структурная схема газоанализатора "Палладий-3":

**вход газа —>| фильтр | —> | побудитель расхода | —>| стабилизатор расхода | —> | индикатор расхода | —>|электролитическая ячейка| —>| выход газа.**

Анализируемая газовоздушная смесь через фильтр с помощью побудителя расхода поступает в стабилизатор расхода, который ограничивает расход газа через электрохимическую ячейку до 0.3 л/мин. Избыток газа сбрасывается на выходной штуцер газоанализатора. Индикатор расхода показывает наличие расхода газа.

#### **Ход работы.**

##### *Отбор проб атмосферного воздуха.*

Пробы атмосферного воздуха отбирают в специальные воздухозаборные камеры с помощью аспирационного насоса. Продолжительность отбора пробы - 10 минут, объем воздухозаборной камеры - 5 л. Пробы воздуха отбирают на высоте 1,5 м от поверхности земли с подветренной стороны по отношению к основному источнику загрязнения - автотранспортной магистрали. Для полноты контроля отбор проб осуществляется в нескольких точках - в зоне наиболее загрязненной выбросами автотранспорта, зоне среднего загрязнения и наименее загрязненной зоне.

##### *Порядок работы с прибором "Палладий-3"*

Включить переключатель "Сеть", при этом загорается светодиод зелёного цвета. Через 30 минут на вход газоанализатора подключается баллон с контрольной газовой смесью (содержание  $\text{CO} < 2 \text{ мг/м}^3$ ). Схема проведения калибровки следующая:

**баллон | —> [редуктор] —> [ ротаметр ] —> [ газоанализатор ] —> сброс воздуха.**

Расход воздуха через ротаметр должен быть не менее 0,8 л/мин. Рукояткой "Установка 0" показания газоанализатора устанавливаются в соответствии с концентрацией газа в баллоне.

Затем, вместо редуктора с контрольным баллоном к нижнему штуцеру ротаметра подключается воздухозаборная камера и включается переключатель "Насос" Через некоторое время на индикаторном табло высвечивается фактическая концентрация окиси углерода в анализируемом воздухе. Полученную концентрацию необходимо оценить, сравнивая с ПДК среднесуточной и максимально разовой.

#### **Работа 2. Определение сернистого ангидрида в атмосферном воздухе**

**Принцип метода.** При взаимодействии сернистого ангидрида в кислой среде с фуксинформальдегидным реактивом появляется фиолетовая окраска, по интенсивности которой колориметрически устанавливают содержание сернистого газа.

**Отбор проб атмосферного воздуха.** Пробы воздуха отбираются в специальные воздухозаборные камеры с помощью аспирационного насоса аналогично отбору проб на окись углерода. Но, в то же время особенностью данного отбора проб является обязательное измерение температуры атмосферного воздуха и атмосферного давления с целью приведения объёма исследуемого воздуха к нормальным условиям по следующей формуле:

$$V_t = (V_0 \cdot 273 \cdot B) / ((273 + t) \cdot 760)$$

где  $V_0$  - объём воздуха в литрах, приведенный к нормальным условиям при  $0^\circ \text{C}$  и давлении 760 мм.рт.ст ;

$V_t$  - объём воздуха в литрах, взятый для анализа при данной температуре  $t$  и атмосферном давлении  $B$

Отобранные пробы воздуха доставляются в лабораторию, где осуществляется протягивание воздуха из камеры через 2 поглотителя Полежаева с помощью электроасpirатора.

Предварительно в поглотители Полежаева наливают 2 мл поглотительного раствора (0.01н. NaOH в 5% водном растворе глицерина). Исследуемый воздух из камеры протягивают со скоростью 05 л/мин в течение 1 мин. Таким образом, объём воздуха, взятый для анализа ( $V_t$ ), равен 0.5 л.

Раствор из каждого поглотителя выливают в колориметрическую пробирку и анализируют отдельно. В пробирку, содержащую пробу, приливают 1 мл фуксинформальдегидного реактива и через 20 минут колориметрируют. Иммигрирующую шкалу для определения сернистого ангидрида готовят из метилфиолетового и фуксина на прокипячённой дистиллированной воде.

Концентрацию сернистого ангидрида вычисляют по формуле:

$$X = a / V_0$$

где:  $X$  - концентрация сернистого ангидрида, мг/м<sup>3</sup>;

$a$  - суммарное количество  $\text{SO}_2$ , найденное по имитирующей шкале в двух поглотителях, мкг,

$V_0$  - объём исследуемого воздуха, приведенного к нормальным условиям, л

Полученную концентрацию сернистого ангидрида необходимо оценить, сравнивая с ПДК среднесуточной и максимально разовой

### *Лабораторное занятие №2*

#### **Методы оценки токсичности среды**

*Вопросы для обсуждения:*

1. Токсичность. Параметры токсичности: дозы и концентрации.
2. Факторы, влияющие на проявление токсичности химических веществ.
3. Методы отбора проб для химико-аналитического анализа. Пробы снега, воздуха, воды. Отбор проб биологических образцов.
4. Химико-токсикологический анализ: методы контроля состояния воздуха, состава вод, почвенно-химического мониторинга.
5. Биологические методы оценки качества среды: биоиндикация и биотестирование.

### *Лабораторная работа*

**Определение устойчивости растений к сернистому газу (А), хлору (Б) и аммиаку (В).  
Выявление биоиндикаторов**

Цель работы - установление сравнительной устойчивости растений к сернистому газу, хлору и аммиаку и определение наиболее чувствительных растений, которые могли бы выступать биоиндикаторами загрязнения воздушной среды данными веществами.

#### *А. Определение устойчивости к сернистому газу*

Сернистый газ - самый распространенный загрязнитель воздуха. Он выделяется всеми энергетическими установками при сжигании органического топлива. Сернистый газ может также выделяться предприятиями металлургической промышленности (источник - коксующиеся угли), а также рядом химических производств (например, производство серной кислоты). Он образуется при разложении содержащих серу аминокислот, входивших в состав белков древних растений, обжигавших залежи угля, нефти, горючих сланцев.

Воздействие сернистого газа на растения приводит к резкому снижению фотосинтеза, повреждению листового аппарата, что выражается в появлении хлорозов, некрозов, резком подавлении роста. Сернистый газ повреждает древесные растения уже в концентрации 0,05 мг/м<sup>3</sup>.

Для получения сернистого газа используется сульфит (Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>) и серная кислота (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Реакция идет по следующему уравнению:



*Оборудование, реактивы, материалы:* 1) колбы конические на 750 мл (камеры); 2) плотные пробки к ним; 3) пластилин; 4) небольшие одинаковые тигли; 5) длинные пробирки, достигающие дна колбы, или стеклянные трубки, у которых изолировано калькой одно отверстие; 6) мерные пробирки; 7) длинные пинцеты; 8) реактивы: Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> и H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (конц.); 9) листья древесных или комнатных растений с черешками.

#### **Ход работы**

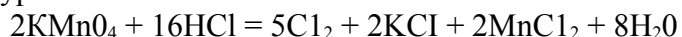
В длинные пробирки насыпать равное количество сульфита. На пробирку надеть колбу доньшком вверх так, чтобы пробирка касалась дна. Затем колбу перевернуть, а пробирку вынуть. На дне колбы останется небольшая горка сульфита. Рядом с сульфитом на дно осторожно установить длинным пинцетом тигелек с серной кислотой.

Взять пучок листьев (5-7 г) определенной древесной породы, черешки обвязать ниткой, опустить в колбу таким образом, чтобы листья висели, не соприкасаясь с реактивами. Колбу закрыть пробкой так, чтобы нитка оказалась между пробкой и горлышком колбы. Пробка должна быть изолирована пластилином. Затем резким движением колбы опрокинуть тигелек с серной кислотой на сульфит, отмечая время начала химической реакции.

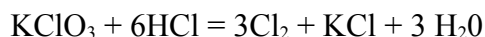
Необходимо производить постоянные наблюдения за изменениями листьев растений. Через 2-3 часа растения вынуть и описать все повреждения (хлорозы, некрозы, изменения растений после помещения их в воду). Установить сравнительную устойчивость растений к сернистому газу, определить наиболее чувствительные растения, могущие быть биоиндикаторами.

#### *Б. Определение устойчивости к хлору*

Хлор выделяется рядом промышленных предприятий по производству моющих средств. В лабораторном опыте в качестве источника хлора используется HCl. Реакция идет по следующим уравнениям:



или



Оборудование, закладка опыта, его проведение, снятие результатов аналогичны предыдущему, лишь используются другие реактивы: KMnO<sub>4</sub> или KClO<sub>3</sub>.

#### *В. Определение устойчивости к аммиаку*

Аммиак в небольших количествах присутствует в выбросах многих предприятий. В природной обстановке - это продукт распада органических веществ: он выделяется из почвы. Особенно большое количество аммиака образуется при распаде мочи животных в

больших животноводческих комплексах, где собранная моча используется как эффективное азотное удобрение. Все такие комплексы должны иметь защитную зеленую полосу из древесных растений, которые должны быть устойчивы к аммиаку.

#### **Ход работы**

Комочек (0,7 см<sup>3</sup>) гигроскопической ваты увлажнить 5%-ным аммиаком, опустить длинным пинцетом на дно конической колбы-камеры. Пучок листьев подготовить и поместить в колбу методом, указанным в предыдущих опытах с газом. Колбу закрыть пробкой и герметично заделать пластилином. Снятие результатов производить путем постоянного наблюдения, а также после выемки растений через 2-3 часа в чашку Петри и описания всех повреждений. Установить сравнительную устойчивость разных древесных пород к аммиаку. Выделить растения-биоиндикаторы.

### **Лабораторное занятие №3**

#### **Воздействие загрязняющих веществ на живые организмы**

*Вопросы для обсуждения:*

1. Пути поступления токсикантов в организм. Биоконцентрирование, биокумуляция, биомагнификация.
2. Экоотоксичность. Механизмы экотоксичности
3. Отдаленные эффекты воздействия химических веществ
4. Общие представления о детоксикации ксенобиотиков в окружающей среде и живых организмах

Выполнение контрольной работы по теме «Воздействие загрязняющих веществ на живые организмы»

#### *Лабораторная работа*

#### **Работа 1. Влияние солей тяжелых металлов на коагуляцию растительных и животных белков**

Работа наглядно показывает действие солей биогенных и небιοгенных тяжелых металлов на животные и растительные белки, выявляет разницу в реакции тех и других. Белки с тяжелыми металлами образуют комплексы, нерастворимые в воде.

*Оборудование, реактивы, материалы:* 1) пробирки - 16 шт.; 2) пузырьки из-под пенициллина - 8 шт.; 3) стаканчик - 1 шт.; 4) пипетка на 1 мл - 1 шт.; 5) пипетка аптечная - 2 шт.; 6) стеклограф; 7) фильтровальная бумага; 8) 5%-ный раствор CuSO<sub>4</sub>; 9) 5%-ный раствор Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; 10) дистиллированная вода; 11) животный белок (куриного яйца); 12) растительный белок (зернового гороха).

*Приготовление растворов белков*

а) У куриного яйца отделить белок в мерный стаканчик, размешать его стеклянной палочкой в дистиллированной воде в соотношении 1:10. Затем профильтровать.

б) Зерновой вызревший горох перемолоть в муку в кофемолке, развести в соотношении: 10 г гороховой муки на 50 мл 10%-ного раствора на NaCl или KCl. Профильтровать.

#### **Ход работы**

Приготовить в пузырьках от пенициллина серию растворов сульфата меди CuSO<sub>4</sub> и нитрата свинца Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> из исходного 5%-ного раствора (2,5%; 1,25%; 0,62%). В 8 пробирок пипеткой внести по 1 мл животного белка, а в другие 8 - по 1 мл растительного белка (для обеих солей всего 8 растворов). В каждую пробирку добавить по 2 капли одного из указанных растворов испытуемой соли. Все пробирки пометить стеклографом. Рассмотреть характер коагуляции на темном фоне (кусочек черной бумаги, доска и др.).

Определить концентрацию раствора соли, при которой происходит коагуляция белка (при разном виде солей и при разном типе белков).

Схема записи результатов					
	Название соли	Концентрация раствора			
		5%	2,5%	1,25%	0,62%
Белок растительный	CuSO <sub>4</sub>				
	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>				
Белок животный	CuSO <sub>4</sub>				
	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>				

Ответить на следующие вопросы:

1. На какой из видов белков (животный или растительный) сильнее всего действует:  
а) CuSO<sub>4</sub> и б) Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>
2. Какая соль (свинца или меди) сильнее действует: а) на животный белок, б) на растительный белок. Почему?

## Работа 2. Влияние солей тяжелых металлов на плазмолиз протоплазмы растительной клетки

Соли тяжелых металлов в водной среде распадаются на ионы. Все ионы металлов могут быть разделены на две группы: биогенные (Cu, Zn, CO, Mn, Fe и др.) и небиогенные (Pb, Hg, Sn, Ni, Al, Cd, Sr, Cs и др.). Биогенные ионы входят в состав ферментных систем, которые обеспечивают регуляцию всех процессов в клетке и организме. При поступлении в растения воздушным (через устьица) или капельным (роса, туман, слабые осадки) путями определенная доза биогенных тяжелых металлов включается в состав ферментных систем, что стимулирует метаболические процессы. Небиогенные элементы ведут себя иначе. Например, Cd в очень малых концентрациях оказывает нейтральный эффект, затем его токсическое действие усиливается. Достигая точки ПДК, наступает перелом с усилением токсического эффекта.

Целью работы является выявление действия биогенных и не биогенных тяжелых металлов на плазмолиз протоплазмы растительной клетки.

*Оборудование, реактивы, материалы:* 1) микроскоп; 2) предметные и покровные стекла; 3) препаровальная игла; 4) бритвы; 5) пипетка на 1-3 мм; 6) стаканы с дистиллированной водой; 7) кусочки фильтровальной бумаги; 8) 5%-ные растворы солей CuSO<sub>4</sub>, Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, HgNO<sub>3</sub> и др.; 9) луковица синего лука или фиолетовые листья традесканции.

### Ход работы

С поверхности сильноокрашенной синей луковицы сделать несколько срезов эпидермиса, состоящего из 1-2 слоев окрашенных клеток, содержащих антоциан.



Поместить срезы по отдельности в капли воды на предметные стекла, закрыть покровными стеклами и рассмотреть в микроскоп. Клетки с окрашенным клеточным соком зарисовать; найти и рассмотреть устьища.

а) *Определить начало и характер плазмолиза клетки под действием одинаковых концентраций биогенных и небιοгенных солей.* Для этого заменить воду в препаратах 5%-ным раствором  $\text{CuSO}_4$  на одном предметном стекле и таким же раствором  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  на другом. Эта замена производится способом 4-5-кратного накапывания раствора соли с одной стороны покровного стекла и отсасывания кусочком фильтровальной бумаги с другой до полной замены воды раствором соли.

Оставить клетки в растворе солей на 15 мин. Затем, когда плазмолиз будет хорошо заметен, рассмотреть в микроскоп, зарисовать и сделать выводы относительно действия солей биогенных и небιοгенных тяжелых металлов на характер плазмолиза клеток.

б) *Выявить комплексное действие повышенной температуры и токсичных солей.* Для этого препараты, в которых вода заменена на раствор соли, выдержать 10 мин на водяной бане при температуре  $40^\circ\text{C}$ , а потом рассмотреть в микроскоп и зарисовать.

Может наблюдаться усиление плазмолиза и почернение содержимого некоторых клеток. Очевидно, соли свинца при реакции с сероводородными группами белков дают этот черный цвет.

#### ***Лабораторное занятие №4***

#### **Глобальные проблемы экологии, вызванные химическим загрязнением окружающей среды**

Прослушивание тематических сообщений с видеопрезентациями по темам:

1. Кислотные осадки. Особенности формирования кислотных осадков. Влияние кислотных дождей на экосистемы.
2. Глобальное потепление климата и причины, его вызывающие. Парниковые газы и «парниковый эффект». Прогнозы климатических изменений и их последствий.
3. Стратосферный озон. Процессы образования в атмосфере. Биосферные функции стратосферного озона. «Озоновая дыра». Механизм разрушения озонового слоя.
4. Нефтяное загрязнение. Источники загрязнения нефтью. Типы воздействия нефти на живые организмы. Экологические последствия.
5. Снижение биологического разнообразия вследствие химического загрязнения окружающей среды

#### ***Лабораторное занятие №5***

#### **Неорганические загрязнители окружающей среды. Экологические последствия повышения их содержания**

*Вопросы для обсуждения:*

1. Оксиды углерода, серы и азота: их характеристика, токсические эффекты
2. Фотохимическое загрязнение окружающей среды (фотооксиданты, их свойства и характеристика).
3. Экологические последствия повышения фотооксидантов в атмосфере.
4. Общая характеристика тяжелых металлов. Характеристика отдельных элементов.

Работа с кроссвордом по теме «Газообразные загрязнители окружающей среды».

#### ***Лабораторная работа***

#### **Изменение цвета флавоноидных пигментов различных цветковых растений под влиянием солей тяжелых металлов**

Яркая окраска цветов, плодов, а иногда и побегов, обусловлена, в основном, пигментами флавоноидной природы, которые входят в обширную группу фенольных веществ, чрезвычайно распространенных среди растений. Окраска флавоноидных пигментов в природной обстановке может изменяться под влиянием различных факторов. Так выявлено, что антоцианы и другие родственные соединения могут менять свою окраску при заморозках, недостатке элементов питания, изменении pH среды и клеточного сока и др. Кроме того, замечено, что фенольные пигменты могут менять свою окраску в комплексе с металлами. Так, обычным цветом для антоцианов является пурпурно-красный, однако в соединениях с Mg, Fe, Al их цвет в лепестках венчиков цветков меняется на голубой. Одной из причин появления интенсивного синего цвета является образование весьма сложных комплексов антоцианов с определенными металлами.

Таким образом, изменение цвета флавоноидных пигментов можно использовать как весьма информативный признак, однако образование комплексов антоцианов с металлами в зависимости от физиологических свойств растений еще недостаточно изучено.

Цель работы: пронаблюдать изменение цвета флавоноидных пигментов различных растений в зависимости от pH среды и под влиянием солей тяжелых металлов.

*Оборудование, реактивы, материалы:* 1) пробирки в штативе (8-10 штук); 2) стеклянные палочки; 3) медицинские пипетки; 4) ступки малые с пестиками; 5) воронки малые; 6) марля; 7) горячая дистиллированная вода; 8) 5-10%-ные растворы  $H_2SO_4$ ,  $HCl$ ,  $NH_4OH$ ; 9) 5%-ные растворы солей тяжелых металлов:  $Pb(NO_3)_2$ ,  $Hg(NO_3)_2$ ,  $FeCl_3$ ,  $ZnSO_4$ ,  $CuSO_4$ ,  $CoSO_4$ , 10) средне- и слабоокрашенные лепестки цветков, содержащих антоцианы или их предшественники: пиона, мака, розы, герани (можно высушенные); 11) цветущие комнатные растения со средне- или слабоокрашенными цветками, содержащими антоцианы или их предшественники; 12) кусочки лука и капусты фиолетовых сортов.

#### Ход работы

1) Комочек ваты размером с просыное зерно смочить в одном из растворов указанных солей, прикрепить лейкопластырем к листу или лепестку цветущего растения, выдержать 1-1,5 часа, затем снять. Реакцию учитывают как во время текущего занятия, так и через одну-две недели.

2) Кусочки лепестков свежих цветков, срезанную чешую фиолетового лука или листья фиолетовой капусты поместить в малую чашку Петри, залить полностью или частично (в виде накапывания) растворами солей тяжелых металлов, проследить за изменением окраски.

3) Лепестки сухих или свежих антоциан содержащих растений залить горячей дистиллированной водой, чтобы они размякли, растереть пестиком до состояния жидкой кашицы. Выжать через марлю и разлить по пробиркам, оставив образец раствора для контроля. Добавить поочередно в каждую пробирку по несколько растворов солей тяжелых металлов. Проследить за последовательным изменением окраски.

#### Схема записи результатов

Название растений	Ответная реакция по изменению цвета при действии реагентов				
	Контроль	$FeCl_3$	$Pb(NO_3)_2$	$HgNO_3$	$ZnSO_4$

Сделать выводы.

#### Лабораторное занятие №6

#### Органические загрязнители окружающей среды, их влияние на живые организмы

*Вопросы для обсуждения:*

1. Характеристика ароматических углеводов.

2. Хлорорганические пестициды: структура, свойства, обуславливающие их опасность, особенности миграции и трансформации в природных объектах, действие на водные и наземные экосистемы.
3. Токсикологическая характеристика полихлорированных бифенилов.
4. Диоксины (структура и свойства, источники поступления в окружающую среду, механизм токсического действия, воздействие на человека и природу).

Решить тестовые задания по темам: «Ароматические углеводороды» и «Хлорорганические пестициды»

Просмотр и обсуждение видеофильма про диоксины.

### **6.5 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания**

1. Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 29.12.2017 г. № 630-ОД;
2. Положение о фонде оценочных средств, утверждённое приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 г. № 247-ОД.

### **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература:

"Токсикология [Электронный ресурс] / Жуленко В. Н., Таланов Г. А., Смирнова Л. А. ; под ред. В. Н. Жуленко.- М. : КолосС, 2013. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учебных заведений). Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953206495.html>

Батян А. Н., Фрумин Г. Т., Базылев В. Н. - Основы общей и экологической токсикологии: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 020801 - "Экология" и направлению 020800 - "Экология и природопользование". - СПб.: СпецЛит, 2009. (25 экземпляров в библиотеке ННГУ). Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59872#authors>

Экологический мониторинг. Ч. 8. - Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2014. - 374 с. [Режим доступа]: [http://eco.365site.ru/data/files/ecomonitoring\\_VIII.pdf](http://eco.365site.ru/data/files/ecomonitoring_VIII.pdf)

б) дополнительная литература:

Гордиенко В. А. Показеев К. В. Старкова М. В. Экология. СПб: Лань.. 2014. – 640. Режим доступа: [www.library.ugatu.ac.ru/pdf/diplom/ecologia.pdf](http://www.library.ugatu.ac.ru/pdf/diplom/ecologia.pdf)

Экологическое право: учеб. для вузов./Боголюбов С. А., Горохов Д. Б., Гумерова А. Р., Жариков Ю. Г., Кичигин Н. В. - М.: Юрайт, 2010. - 485 с. Режим доступа: [http://www.msmsu.ru/userdata/manual/doc/kaf/sud\\_med/%D0%AD%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5%20%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BE.pdf](http://www.msmsu.ru/userdata/manual/doc/kaf/sud_med/%D0%AD%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5%20%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BE.pdf)

в) Интернет-ресурсы

1. Электронные библиотеки (Znaniy.com, «ЭБС Консультант студента», «Лань»)
2. Научная российская электронная библиотека [elibrary.ru](http://elibrary.ru)
3. Научноёмкие базы данных Scopus, Web of Science, BioMed Central
4. Периодика онлайн (Elsevier, Springer)
5. DOAJ-Direktory of Open Access Journals
6. HighWirePress

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения занятий семинарского и лабораторного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (демонстрационное оборудование – проектор, ноутбук, экран), помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по специальности 30.05.01 «Медицинская биохимия».

Автор \_\_\_\_\_ д.б.н., доцент кафедры экологии Якимов В.Н.

Рецензент \_\_\_\_\_ Балалаева И.В., к.б.н., доцент кафедры биофизики

Заведующий кафедрой экологии \_\_\_\_\_ д.б.н., проф. Гелашвили Д.Б.

Программа одобрена на заседании методической комиссии ИББМ от 29 августа 2019 г., протокол № 1.