

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Северо-Осетинский государственный университет имени Коста
Левановича Хетагурова»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Основы токсикологии

Направление подготовки: **06.04.01.**
Биология

Профиль: "Клеточные и молекулярные технологии"

Квалификация (степень) выпускника – магистр

Форма обучения – очная

Год начала подготовки 2025

Владикавказ
2026

Рабочая программа *обсуждена и утверждена* на заседании кафедры анатомии,
физиологии и ботаники

(протокол № 7 от 03.03.2025 г.); *одобрена* советом факультета химии, биологии и биотехнологии (протокол № 6 от 04.03.2025 г.); *утверждена* в составе Основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 06.03.01. Биология, профиль: «Фундаментальная и медицинская биология», год начала подготовки 2025 (решение ученого совета от 09.03.2025, протокол № 9).

Составитель: к.с.-х.н., доцент кафедры анатомии, физиологии и ботаники Никколова Б.С.

1. Структура и общая трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е. (108 ч.).

	Очная форма обучения
Курс	1
Семестр	2
Лекции	14
Практические занятия	28
Лабораторные занятия	
Консультации	
Итого аудиторных занятий	42
Самостоятельная работа	66
Курсовая работа	-
Зачет	+
Экзамен	-
Общее количество часов	108

2. Цели изучения дисциплины

Формирование у магистрантов системы фундаментальных знаний о механизмах взаимодействия живых систем с токсическими веществами на молекулярном и клеточном уровнях, закономерностях токсикокинетики и токсикодинамики ксенобиотиков, развитие навыков экспериментальной работы в области оценки токсичности, включая применение современных методов *in vitro* (культуры клеток) и аналитического оборудования для решения задач клеточной биологии и биотехнологии, подготовка к профессиональной деятельности, связанной с обеспечением биологической безопасности при разработке новых лекарственных препаратов, биоматериалов и клеточных продуктов, а также с токсиколого-гигиенической экспертизой.

3. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Б1.В.06 Блок 1.Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений

Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями (результатами освоения образовательной программы:

Способен использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры (ПК-1)

Способен использовать различные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой. (ПК-2)

•
Взаимосвязь планируемых результатов обучения по дисциплине с формируемыми компетенциями ОПОП:

Компетенции	Планируемые результаты обучения, соответствующие формируемым компетенциям ОПОП
-------------	--

Код и формулировка	Знать:	Уметь	Владеть:
ПК-1: Способен использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры	Фундаментальные основы общей токсикологии: токсикокинетику токсикодинамику (• Классификацию, свойства и механизмы действия основных групп токсикантов на организменном, клеточном и молекулярном уровнях .. • Современные представления о механизмах избирательной токсичности, мутагенеза, канцерогенеза ,использовать знания о механизмах токсичности для планирования научно-исследовательской работы в области клеточной биологии и биотехнологии	Анализировать научную литературу и данные по токсикологии Интерпретировать результаты токсикологических экспериментов с учетом фундаментальных закономерностей токсикокинетики и токсикодинамики. • Прогнозировать возможные токсические эффекты новых химических соединений или биологически активных веществ на основе анализа связи "структура-активность"	Навыками применения фундаментальных токсикологических знаний при решении профессиональных задач в области клеточных и молекулярных технологий. • Понятийным и терминологическим аппаратом современной токсикологии. Методологией оценки риска воздействия токсикантов на биологические объекты для использования в производственно-технологической деятельности
ПК-2: Способен использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры	Принципы организации и правила работы в токсикологической лаборатории, Номенклатуру современных методов, используемых для оценки токсичности: методы <i>in vitro</i> , принципы работы и области применения современного аналитического оборудования для определения токсикантов и оценки их эффектов Методологию постановки биотестов на различных биологических моделях	Планировать и проводить эксперименты по оценке токсичности (острой и хронической) с использованием клеточных культур и лабораторных животных, Выполнять пробоподготовку биологических образцов Работать на современном аналитическом оборудовании Использовать методы статистической обработки результатов токсикологического эксперимента для оценки достоверности полученных данных.	Навыками работы с культурами клеток,. • Базовыми методами аналитической токсикологии для идентификации неизвестных токсикантов • Навыками корректной интерпретации токсикологических исследований с использованием современного программного обеспечения.

5. Содержание и учебно-методическая карта дисциплины

№ темы	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Занятия		Самостоятельная работа студентов		Формы контроля	Литература
		л	лаб.	Содержание	Часы		
1.	Раздел 1. Фундаментальные основы общей токсикологии (6 часов) Лекция 1. Введение в токсикологию. Основные понятия План лекции: 1. Предмет и задачи современной токсикологии. Связь с клеточной биологией и биотехнологией. 2. Основные понятия: яд, ксенобиотик, токсикант, токсический процесс, интоксикация. 3. Классификации ядов и отравлений. Понятие о рецепторах токсичности Практическое занятие 1. Раздел 1. Методология токсикологического эксперимента (4 часа) Занятие 1. Организация работы в токсикологической лаборатории. Техника безопасности (2 часа). План занятия: 1. Ознакомление с правилами работы, нормативной документацией (ГОСТы, СанПиНы). 2. Планирование эксперимента по оценке токсичности: выбор тест-объекта, доз, сроков наблюдения. 3. Работа с первичной документацией, протоколами исследований.	2	4	Подготовка к лекциям: изучение конспектов, работа с учебной литературой Основные понятия Предмет и задачи современной токсикологии. Связь с клеточной биологией и биотехнологией. Основные понятия: яд, ксенобиотик, токсикант, токсический процесс, интоксикация. Классификации ядов и отравлений. Понятие о рецепторах токсичности	10	Опрос , проверка конспекта	[1-4]

	Практическое занятие 2. Определение параметров токсичности. Расчет ЛД50 (2 часа). План занятия: 1.Решение ситуационных задач по расчету среднесмертельных доз и концентраций. 2.Использование пробит-анализа для обработки результатов (работа на ПК или с номограммами). 3.Анализ зависимости "доза-эффект", построение графиков					
2	Лекция 2 Токсикокинетика: всасывание, распределение и выведение ксенобиотиков(2 часа). План лекции: 1.Пути поступления токсикантов в организм. Биологические мембраны как барьер. 2.Распределение веществ в организме: факторы, влияющие на распределение (кровоток, связывание с белками, депонирование). 3.Выведение токсикантов и их метаболитов Раздел 2. Методы оценки токсичности <i>in vitro</i> (14 часов) Практическое занятие 3. Оценка цитотоксичности химических соединений (МТТ-тест) – часть 1 (2 часа). План занятия:	2	4	Подготовка к практическим занятиям: изучение методических указаний, просмотр видео-инструкций Токсикокинетика: Пути поступления токсикантов в организм. Биологические мембраны как барьер. Распределение веществ в организме: факторы, влияющие на распределение (кровоток, связывание с белками, депонирование).	12	[1-4]

	1. Принцип метода: восстановление солей тетразолия дегидрогеназами живых клеток. 2. Подготовка суспензии клеток (например, клеточная линия HeLa или фибробласты), подсчет клеток в камере Горяева, посадка в 96-луночный планшет. 3. Внесение исследуемых веществ в разных концентрациях. Инкубация. Практическое занятие 4. Оценка цитотоксичности химических соединений (МТТ-тест) – часть 2 (2 часа). План занятия: 1. Внесение МТТ-реактанта, лизис клеток. Измерение оптической плотности на планшетном спектрофотометре (ридере). 2. Расчет процента выживаемости клеток, построение графика и определение IC50						
3	Лекция 3. Токсикодинамика. Молекулярные механизмы токсичности (2 часа). План лекции: 1. Типы рецепторов и механизмы взаимодействия токсикантов с мишенями. 2. Основные механизмы действия ферментных ядов, нейротоксикантов, ингибиторов дыхательной цепи. 3. Понятие о биотрансформации ксенобиотиков: фазы метаболизма (функционализация и конъюгация), роль системы цитохрома P450 .	2	4	Выполнение домашних заданий: расчет задач по токсикометрии, построение графиков "доза-эффект" Токсикодинамика. Типы рецепторов и механизмы взаимодействия токсикантов с мишенями. Основные механизмы действия ферментных ядов, нейротоксикантов, ингибиторов дыхательной цепи. Понятие о биотрансформации ксенобиотиков: фазы метаболизма	8	Опрос , проверка конспекта	[1-4]

	Практическое занятие 5. Оценка мембранотоксичности (ЛДГ-тест) (2 часа). План занятия: 1. Принцип метода: определение активности лактатдегидрогеназы (ЛДГ), вышедшей в среду из поврежденных клеток. 2. Проведение эксперимента на модели клеточной линии с модельным токсикантом (например, Тритон Х-100). 3. Постановка ферментативной реакции, измерение на спектрофотометре, расчет процента цитотоксичности. Практическое занятие 6. Оценка генотоксичности. ДНК-кометный анализ (метод комет) – принципы (2 часа). План занятия: 1. Изучение методики: приготовление препаратов клеток в агарозе, лизис, электрофорез. 2. Проведение электрофореза (работа на приборе для горизонтального электрофореза).			(функционализация и конъюгация), роль системы цитохрома			
4	Раздел 2. Специальная токсикология и методы оценки (8 часов) Лекция 4. Токсикометрия и зависимость "доза-время-эффект" (2 часа). План лекции:	2	4	Подготовка реферата/презентации по теме "Методы оценки безопасности в биотехнологии" (к семинару) Токсикометрия Основные показатели токсикометрии: среднесмертельная доза (ЛД50), порог вредного действия (Lim), зона токсического действия.	14	Опрос , проверка конспекта	[1-4]

	1.Основные показатели токсикометрии: среднесмертельная доза (ЛД50), порог вредного действия (Lim), зона токсического действия. 2.Принципы гигиенического нормирования: ПДК, ОБУВ. Классы опасности веществ . 3.Понятие о кумуляции, толерантности и сенсibilизации. Практическое занятие 7. Оценка генотоксичности. ДНК-кометный анализ – анализ результатов (2 часа). План занятия: 1.Фиксация препаратов, окрашивание флуоресцентным красителем (DAPI или бромистый этидий). 2.Анализ препаратов под флуоресцентным микроскопом. 3.Классификация комет по степени повреждения ДНК (визуальная или с использованием ПО). Практическое занятие 8. Оценка апоптоза методом проточной цитометрии (Annexin V/PI) (2 часа). План занятия: 1.Лекция-демонстрация: принцип работы проточного цитометра. 2.Окрашивание клеток после воздействия токсиканта аннексином V и пропидиумом иодидом (или просмотр готовых цитофлуориграмм). 2.Интерпретация результатов: различие между живыми, апоптотическими и некротическими клетками.			Принципы гигиенического нормирования: ПДК, ОБУВ. Классы опасности веществ . Понятие о кумуляции, толерантности и сенсibilизации.			
--	--	--	--	--	--	--	--

5	Лекция 5. Токсичность на клеточном и организменном уровнях (2 часа). План лекции 1.Механизмы цитотоксичности: некроз, апоптоз, аутофагия. Оценка клеточной гибели. 2.Специфические виды токсического действия: мутагенез, канцерогенез, тератогенез, эмбриотоксичность. 3.Иммунотоксичность и аллергические реакции Раздел 3. Методы оценки токсичности <i>in vivo</i> и аналитические методы (6 часов) Практическое занятие 9. Биотестирование с использованием гидробионтов (2 часа). План занятия 1.Проведение эксперимента по оценке острой токсичности природных вод или модельных растворов на рачках <i>Daphnia magna</i> (определение смертности) или на коловратках . 2.Фиксация результатов через 24, 48, 72 часа.	2	4	Изучение и реферирование научных статей по современным методам <i>in vitro</i> токсикологии Токсичность на клеточном и организменном уровнях Механизмы цитотоксичности: некроз, апоптоз, аутофагия. Оценка клеточной гибели. Специфические виды токсического действия: мутагенез, канцерогенез, тератогенез, эмбриотоксичность. Иммунотоксичность и аллергические реакции	8	Опрос , проверка конспекта	[1-4]

	Практическое занятие 10. Биотестирование с использованием высших растений (2 часа). План занятия: 1.Оценка фитотоксичности: влияние солей тяжелых металлов на прорастание семян (кресс-салат, пшеница) и рост корней. 2.Измерение морфометрических показателей (длина корня, стебля), расчет ингибирования.						
6	Лекция 6. Экспериментальные методы в токсикологии (2 часа). План лекции: 1.Методы <i>in vivo</i>: острый, подострый и хронический эксперимент на лабораторных животных. Этические аспекты. 2.Методы <i>in vitro</i>: культуры клеток, изолированные органы и субклеточные структуры. 3.Преимущества и ограничения для задач клеточных технологий. 4.Альтернативные методы (3R-принципы) и компьютерное прогнозирование токсичности (QSAR-модели) Практическое занятие 11. Методы выделения и идентификации токсикантов (4часа). План занятия:	2	4	. Подготовка к текущему и промежуточному контролю (тесты, коллоквиумы) Экспериментальные методы в токсикологии Методы <i>in vivo</i>: острый, подострый и хронический эксперимент на лабораторных животных. Этические аспекты. Методы <i>in vitro</i>: культуры клеток, изолированные органы и субклеточные структуры. Преимущества и ограничения для задач клеточных технологий. Альтернативные методы (3R-принципы) и компьютерное прогнозирование токсичности (QSAR-модели) ф	8	Опрос , проверка конспекта	[1-4]

	1.Знакомство с методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) для разделения смеси токсикантов (например, барбитуратов или алкалоидов) . 2.Проведение качественных цветных реакций на наличие тяжелых металлов (например, меди, свинца) в растворе.						
7	Лекция 7: Токсикология в биотехнологии и клеточных технологиях (2 часа). План лекции 1.Оценка безопасности наноматериалов, лекарственных средств и биологически активных веществ. 2.Токсикологические аспекты клеточной терапии и тканевой инженерии. 3.Биомаркеры экспозиции и эффекта в клинических и экспериментальных исследованиях . Занятие 12. Анализ и статистическая обработка токсикологических данных (2 часа). План занятия 1.Изучение основ статистики для токсикологии: t-критерий Стьюдента, дисперсионный анализ (ANOVA). 2.Работа со статистическими пакетами (например, GraphPad Prism, Statistica или	2	4	Оформление отчетов по практическим работам, подготовка протоколов исследований Токсикология в биотехнологии и клеточных Оценка безопасности наноматериалов, лекарственных средств и биологически активных веществ. Токсикологические аспекты клеточной терапии и тканевой инженерии. Биомаркеры экспозиции и эффекта в клинических и экспериментальных исследованиях .	6	Опрос , проверка конспекта	[1-4]

	Excel). Обработка данных, полученных на предыдущих занятиях. Занятие 13. Семинар-конференция: "Биомаркеры токсичности в клеточных технологиях" (2 часа). План занятия: 1.Заслушивание и обсуждение докладов студентов по современным методам оценки безопасности клеточных продуктов и биоматериалов. Разбор кейсов.						
		14	14		66		

6. Образовательные технологии

Согласно учебному плану при преподавании дисциплины используются традиционные образовательные технологии: лекции, лабораторные работы и самостоятельная работа студентов. Также при проведении занятий и самостоятельной работе студентов могут быть использованы:

- *интерактивные технологии* («мозговой штурм», дебаты, презентационный метод, работа в парах, работа в группах, деловая игра);
- *технологии контекстного обучения* – система дидактических форм, методов и средств, направленная на моделирование содержания будущей профессиональной деятельности специалиста (анализ конкретных ситуаций, методы работы с информационными базами данных, деловая игра и др.);
- *технологии электронного обучения* (реализуется при помощи электронной образовательной среды СОГУ при использовании ресурсов ЭБС, при проведении автоматизированного тестирования и т. д.).

Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основании локальных нормативных актов СОГУ.

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте или с использованием ЭИОС СОГУ.

7. Методические указания по дисциплине

7.1. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

К видам самостоятельной работы при изучении дисциплины «Биология» относятся:

- самостоятельное повторение и изучение теоретического материала;
- выполнение домашних заданий (составление конспекта по изучаемой теме);
- написание докладов, эссе;
- подготовка презентаций;
- самостоятельное изучение источников;
- работа со справочными материалами (терминологическими и иными словарями, энциклопедиями);
- подготовка к промежуточной аттестации (зачету/экзамену).

Содержание, трудоемкость и формы внеаудиторной самостоятельной работы содержатся в разделе 5, табл. 5.1.

Формы самостоятельной работы студентов:

- а) составление реферативных сообщений на предложенные темы;

- б) подготовка презентаций в Power Point;
- в) подготовка письменных или устных вопросов и заданий для самостоятельной работы (домашние задания);
- г) конспектирование некоторых вопросов тем, разделов, вынесенных на самостоятельную работу;
- д) участие в дискуссиях.

8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, рубежной аттестации и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Рабочая программа предусматривает проведение лекционных, лабораторных занятий, а также следующие виды работ: самостоятельную работу студентов по подготовке устных докладов, написанию рефератов, подготовку презентаций и обсуждений по темам дисциплины - работу в активной и интерактивной формах.

Виды контроля.

Рабочая программа предполагает текущий и промежуточный контроль знаний.

Текущий контроль – это непрерывно осуществляемый мониторинг уровня усвоения знаний и формирования умений и навыков в течение семестра. Текущий контроль знаний, умений и навыков студентов осуществляется в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию. Формами текущего контроля выступают опросы на лабораторном занятии, а также короткий (до 15 мин.) опрос, в начале лекции с целью проверки наличия знаний, необходимых для усвоения нового материала или в конце лекции для выяснения степени усвоения изложенного материала.

Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится два таких контрольных мероприятия по графику.

8.1. Формы контроля и критерии оценивания

Этап	Форма контроля	Критерии оценивания (процент от максимального кол-ва баллов)			
		86-100 %	71–85%	50–70%	Менее 50%
		отлично / зачет	хорошо / зачет	удовлетворительно / зачет	неудовлетворительно / незачет
1. Текущий контроль (max 40 баллов за один модуль)					
		34–40 баллов	23–33 баллов	15–22 баллов	0–15 баллов
	Текущая работа в течение модуля (max 17б.)	Студент активно работает на занятиях, превосходит все задания	Студент активно работает на занятиях, хорошо выполняет задания преподавателя.	Студент недостаточно активно работает на занятиях, удовлетворительно выполняет задания преподавателя.	Студент недостаточно активно работает на занятиях, неудовлетворительно выполняет задания преподавателя.

		преподава теля.			
		3 балла	2 балла	1 балл	0 баллов
	Реферат / доклад / конспект (маx 3б.)	Тема полностью раскрыта. Превосходное владение материалом. Высокий уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Превосходный стиль изложения.	Тема в основном раскрыта. Хорошее владение материалом. Средний уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Хороший стиль изложения.	Тема частично раскрыта. Удовлетворительное владение материалом. Низкий уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Удовлетворительный стиль изложения.	Тема не раскрыта. Неудовлетворительно владение материалом. Недостаточный уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Неудовлетворительный стиль изложения.
2. Рубежный контроль (30 б. за один модуль)					
	тест/ контрольная работа	Количество баллов за выполнение каждого задания указываются в тесте/контрольной работе.			
3. Промежуточная аттестация по дисциплине (маx число баллов – в соответствии с действующим локальным нормативным актом)					
		Критерии оценивания (процент от максимального кол-ва баллов)			
		86–100 %	71–85%	50–70%	0–49 %
	Зачет/ Экзамен	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос. Ответ формулируется в терминах науки, изложен	Дан полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные	Дан недостаточно полный ответ. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Речевое	Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины или дан неполный ответ и допущены грубые ошибки. Речь неграмотная. Уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос,

		литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.	е связи. Но допущены незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.	оформление требует поправок, коррекции.	но и на другие вопросы дисциплины.
--	--	--	--	---	------------------------------------

Пересчет полученной суммы баллов по дисциплине в оценку производится в соответствии с действующим локальным нормативным актом.

8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, рубежной и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины
Основными *формами текущего контроля* по дисциплине являются: – устный опрос на лекции;

– конспект по теме, вынесенный на самостоятельное изучение; – проверка домашних заданий, лабораторных работ.

Форма *рубежного контроля*: тест.

Формы промежуточной аттестации: зачет.

8.1. Формы контроля и критерии оценивания

Критерии оценивания результатов устного опроса

8.1. Формы контроля и критерии оценивания

Этап	Форма контроля	Критерии оценивания (процент от максимального кол-ва баллов)			
		86-100 %	71–85%	50–70%	Менее 50%
		отлично / зачет	хорошо / зачет	удовлетворительно / зачет	неудовлетворительно / незачет
1. Текущий контроль (max 40 баллов за один модуль)					
		34–40 баллов	23–33 баллов	15–22 баллов	0–15 баллов
	Текущая работа в течение модуля (max 17б.)	Студент активно работает на занятиях, превосхо	Студент активно работает на занятиях, хорошо выполняет	Студент недостаточно активно работает на занятиях, удовлетворител	Студент недостаточно активно работает на занятиях, неудовлетворительно выполняет задания преподавателя.

		дно выполняе т все задания преподава теля.	задания преподавате ля.	бно выполняет задания преподавателя.	
		3 балла	2 балла	1 балл	0 баллов
	Реферат / доклад / конспект (маx 3б.)	Тема полностью раскрыта. Превосходное владение материалом. Высокий уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Превосходный стиль изложения.	Тема в основном раскрыта. Хорошее владение материалом. Средний уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Хороший стиль изложения.	Тема частично раскрыта. Удовлетворительное владение материалом. Низкий уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Удовлетворительный стиль изложения.	Тема не раскрыта. Неудовлетворительное владение материалом. Недостаточный уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Неудовлетворительный стиль изложения.
2. Рубежный контроль (30 б. за один модуль)					
	тест/контрольная работа	Количество баллов за выполнение каждого задания указываются в тесте/контрольной работе.			
3. Промежуточная аттестация по дисциплине (таx число баллов – в соответствии с действующим локальным нормативным актом)					
		Критерии оценивания (процент от максимального кол-ва баллов)			
		86–100 %	71–85%	50–70%	0–49 %
	Зачет/Экзамен	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос. Ответ формулир	Дан полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несуществен	Дан недостаточно полный ответ. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественны	Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины или дан неполный ответ и допущены грубые ошибки. Речь неграмотная. Уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции

		уется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.	ные признаки, причинно-следственные связи. Но допущены незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.	е признаки и причинно-следственные связи. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.
--	--	--	--	---	--

Пересчет полученной суммы баллов по дисциплине в оценку производится в соответствии с действующим локальным нормативным актом.

Студенты, получившие в ходе текущего и рубежного контроля 50-70 баллов, автоматически получают «Зачет» или оценку «удовлетворительно». Для получения более высокой оценки (хорошо/отлично) студент должен сдать экзамен. Результирующая оценка складывается по соответствующей БРС формуле.

8.2. Примерный вариант 1 рубежной контрольной работы (теста) (30 баллов)

Критерии оценивания: - за каждый правильный ответ – 1 балл.

Инструкция студенту: внимательно прочитайте вопрос и выберите правильный вариант ответа.

Правильный ответ может быть только один.

Раздел 1. Фундаментальные основы общей токсикологии

- Кому принадлежит фундаментальное утверждение: «Все есть яд! Ничто не лишено ядовитости, и только мера отличает яд от лекарства»?
 А. Гиппократу
 В. Клавдию Галену
 С. **Парацельсу (Теофрасту фон Гогенгейму)**
 D. Авиценне (Ибн Сине)
- Что является предметом изучения токсикологии?
 А. Только химическая структура ядовитых веществ
 В. **Взаимодействие организма с чужеродным химическим веществом (токсикантом)**
 С. Механизмы действия только лекарственных препаратов
 D. Способы синтеза потенциально опасных соединений
- Как называется раздел токсикологии, изучающий всасывание, распределение, метаболизм и выведение ксенобиотиков из организма?
 А. Токсикодинамика
 В. **Токсикокинетика**

- C. Токсикометрия
 - D. Клиническая токсикология
4. Как называется раздел токсикологии, изучающий механизмы токсического действия, природу и специфику поражающего действия ядов на молекулы, органеллы, клетки и организм в целом?
- A. **Токсикодинамика**
 - B. Токсикокинетика
 - C. Судебная токсикология
 - D. Фармакогенетика
5. Что понимают под токсичностью вещества?
- A. **Способность вещества, воздействуя на биологические системы, вызывать их повреждение или гибель**
 - B. Исключительно летальную дозу для лабораторных животных
 - C. Только физико-химические свойства соединения
 - D. Способность вещества накапливаться в организме
6. Какой термин используется для обозначения количества вещества, вызывающего гибель 50% подопытных животных в эксперименте?
- A. Предельно допустимая концентрация (ПДК)
 - B. Пороговая доза (Lim_{ac})
 - C. **Среднесмертельная доза (LD_{50})**
 - D. Доза безвредная (LD_{01})
7. Процесс накопления яда в организме при повторных воздействиях называется:
- A. Сенсibilизация
 - B. **Кумуляция**
 - C. Элиминация
 - D. Адаптация
8. В каком органе в основном происходит биотрансформация (метаболизм) большинства ксенобиотиков?
- A. В сердце
 - B. В легких
 - C. В головном мозге
 - D. **В печени**
9. Какая система ферментов играет ключевую роль в первой фазе метаболизма ксенобиотиков?
- A. Каталаза и пероксидаза
 - B. **Система цитохрома P450**
 - C. Пепсин и трипсин
 - D. Рибонуклеаза и ДНКазы
10. Что такое "потенцирование" в токсикологии?
- A. Ослабление действия одного вещества другим
 - B. Суммация эффектов двух веществ
 - C. **Явление, когда одно вещество, само не обладающее токсичностью, усиливает токсичность другого**
 - D. Полная независимость эффектов веществ

Раздел 2. Специальная токсикология и методы оценки

11. Какое специфическое действие могут оказывать химические вещества на наследственный аппарат клетки?

- A. Цитотоксическое
 - B. **Мутагенное**
 - C. Эмбриотропное
 - D. Некротическое
12. Тератогенное действие — это способность вещества вызывать:
- A. Опухолевый рост
 - B. Аллергические реакции
 - C. Гибель организма в целом
 - D. **Пороки развития у потомства**
13. Какой метод оценки токсичности относится к исследованиям *in vitro*?
- A. Определение ЛД₅₀ на крысах
 - B. Изучение раздражающего действия на коже кролика
 - C. **МТТ-тест на клеточной культуре**
 - D. Оценка накопления в органах рыб
14. Что является основным преимуществом методов *in vitro* перед экспериментами *in vivo*?
- A. Возможность учета реакций целостного организма
 - B. Изучение отдаленных последствий (канцерогенеза)
 - C. **Этичность, меньшая стоимость и возможность изучения механизмов на клеточном уровне**
 - D. Учет влияния нейрогуморальной регуляции
15. Принцип метода МТТ-теста для оценки цитотоксичности основан на:
- A. Высвобождении фермента ЛДГ из разрушенных клеток
 - B. **Восстановлении желтой соли тетразолия в фиолетовый формазан дегидрогеназами живых клеток**
 - C. Связывании красителя с ДНК погибших клеток
 - D. Изменении pH среды в результате гибели клеток
16. Высвобождение фермента лактатдегидрогеназы (ЛДГ) в культуральную среду свидетельствует о:
- A. Стимуляции клеточного деления
 - B. Активации ферментов биотрансформации
 - C. **Повреждении цитоплазматической мембраны и гибели клеток**
 - D. Запуске процессов апоптоза
17. Для оценки генотоксичности (повреждения ДНК) на уровне отдельных клеток используется метод:
- A. Проточной цитометрии с окраской аннексином
 - B. **ДНК-кометного анализа (метод комет)**
 - C. Иммуноферментного анализа (ИФА)
 - D. Высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ)
18. Для дифференцировки апоптотических и некротических клеток методом проточной цитометрии используют двойное окрашивание:
- A. МТТ и формазаном
 - B. ДАФИ и бромистым этидием
 - C. **Аннексином V и пропидиумом иодидом**
 - D. Трипановым синим и фуксином
19. Выберите тест-объект, традиционно используемый в биотестировании для оценки острой токсичности водной среды:
- A. Крысы линии Wistar

- В. Культура клеток HeLa
 - С. **Рачки *Daphnia magna***
 - Д. Хлебопекарные дрожжи
20. Какой показатель рассчитывают при оценке фитотоксичности по влиянию на семена высших растений (например, кресс-салата)?
- А. Индекс пролиферации
 - В. **Процент всхожести и длину корней проростков**
 - С. Количество хлорофилла в листьях
 - Д. Темпы цветения

Раздел 3. Токсикология в биотехнологии и клеточных технологиях

21. Оценка безопасности новых наноматериалов для медицинского применения в первую очередь требует изучения:
- А. Только их органолептических свойств
 - В. **Цитотоксичности и генотоксичности на клеточных культурах**
 - С. Исключительно их растворимости в воде
 - Д. Только воздействия на макромолекулы почвы
22. Концентрация вещества, вызывающая гибель 50% клеток в культуре, обозначается как:
- А. ЛД₅₀
 - В. **ИК₅₀ (IC₅₀)**
 - С. ПДК_{п.з.}
 - Д. ЕД₅₀
23. Что такое "биомаркер эффекта" в токсикологических исследованиях?
- А. Сам токсикант, обнаруженный в биосреде
 - В. **Выявляемое в организме изменение, указывающее на воздействие токсиканта (например, активность фермента)**
 - С. Метод количественного химического анализа
 - Д. Путь поступления яда в организм
24. Для оценки потенциальной иммунотоксичности лекарственного средства изучают его влияние на:
- А. Рост волосяных фолликулов
 - В. **Пролиферацию лимфоцитов и выработку цитокинов**
 - С. Цвет мочи подопытных животных
 - Д. Интенсивность перистальтики кишечника
25. Принцип "3R" (Replacement, Reduction, Refinement) в токсикологии направлен на:
- А. Увеличение точности химического анализа
 - В. **Гуманное обращение с лабораторными животными и поиск альтернатив**
 - С. Расширение номенклатуры тестируемых веществ
 - Д. Ускорение процедуры лицензирования новых препаратов
26. Оценка безопасности клеточных продуктов для тканевой инженерии обязательно включает тест на:
- А. Содержание витаминов в среде
 - В. **Туморогенность (способность вызывать опухоли)**
 - С. Вкус и цвет продукта
 - Д. Электрическую проводимость

27. Какие методы используются для компьютерного прогнозирования токсичности новых химических соединений?
- Метод газовой хроматографии
 - QSAR-модели (количественная связь "структура-активность")**
 - Тонкослойная хроматография
 - Качественные цветные реакции
28. Тонкослойную хроматографию (ТСХ) в токсикологии применяют для:
- Количественного подсчета клеток
 - Разделения и идентификации неизвестных токсикантов в смеси**
 - Оценки мембранного потенциала митохондрий
 - Культивирования микроорганизмов
29. Какое статистическое требование предъявляется к выборке при проведении биотестирования для получения достоверных результатов?
- Использование не менее 3 повторов каждой концентрации
 - Использование не менее 1 повтора
 - Наличие не менее трех параллельных проб (повторностей) для каждой тестируемой концентрации**
 - Проведение эксперимента только одним лаборантом
30. Что является основной целью доклинических токсикологических исследований новых лекарственных средств?
- Изучение маркетингового потенциала препарата
 - Оценка безопасности и выявление возможных побочных эффектов перед испытаниями на человеке**
 - Разработка дизайна упаковки
 - Сравнение стоимости синтеза различных аналогов

Ключ к тестовым заданиям

№	Ответ	№	Ответ	№	Ответ
1	С	11	В	21	В
2	В	12	Д	22	В
3	В	13	С	23	В
4	А	14	С	24	В
5	А	15	В	25	В
6	С	16	С	26	В
7	В	17	В	27	В

№	Ответ	№	Ответ	№	Ответ
8	D	18	C	28	B
9	B	19	C	29	C
10	C	20	B	30	B

8.3. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации

Вопросы для подготовки к зачету 2 семестр

Раздел 1. Теоретические основы токсикологии

1. Предмет, цели и задачи современной токсикологии. Ее место в системе биологических наук и связь с клеточными технологиями.
2. Основные понятия токсикологии: яд (токсикант), ксенобиотик, токсичность, опасность, токсический процесс. Классификации ядов.
3. История развития токсикологии. Вклад Парацельса, Маттеи Орфила, отечественных ученых (Э.А. Шарпенак, С.Н. Голиков).
4. Токсикокинетика: пути поступления ксенобиотиков в организм (энтеральные, парентеральные). Барьерная роль мембран.
5. Распределение токсикантов в организме. Факторы, влияющие на распределение. Понятие объема распределения.
6. Депонирование ксенобиотиков: виды депо (печень, жировая ткань, кости) и его биологическое значение.
7. Биотрансформация ксенобиотиков: фазы метаболизма (функционализация и конъюгация). Цель метаболических превращений.
8. Роль микросомальной системы печени (цитохром P450) в метаболизме чужеродных соединений.
9. Пути выведения (элиминации) ксенобиотиков и их метаболитов из организма (почки, ЖКТ, легкие, кожа).
10. Токсикодинамика: определение, типы рецепторов и механизмы взаимодействия токсикантов с молекулярными мишенями.
11. Механизмы действия ферментных ядов (ингибирование, активация). Примеры.
12. Основные закономерности зависимости «доза – время – эффект». Пороговые и беспороговые эффекты.
13. Токсикометрия: основные показатели (LD_{50} , LC_{50} , Lim_{ac} , Lim_{ch} , Зона токсического действия).
14. Понятие о кумуляции (материальная и функциональная), толерантности, сенсibilизации и идиосинкразии.
15. Комбинированное действие ядов: аддитивность, синергизм (потенцирование), антагонизм.

Раздел 2. Специфические виды токсичности и методы оценки

16. Цитотоксичность: основные механизмы повреждения клетки (некроз, апоптоз, аутофагия).
17. Мутагенное действие ксенобиотиков. Типы мутаций. Методы оценки генотоксичности (метод комет, микроядерный тест).
18. Канцерогенное действие химических веществ. Стадии канцерогенеза (инициация, промоция, прогрессия). Классификация канцерогенов МАИР.
19. Тератогенез и эмбриотоксичность: критические периоды развития, механизмы действия, примеры тератогенов (талидомид, алкоголь).
20. Иммунотоксичность: виды иммунотоксического действия (иммуносупрессия, аллергия, аутоиммунные реакции).
21. Экспериментальные методы *in vivo*: острый, подострый и хронический токсикологический эксперимент. Принципы 3R (Replacement, Reduction, Refinement).
22. Методы *in vitro* в токсикологии: преимущества и ограничения. Культуры клеток как тест-объекты.
23. МТТ-тест: принцип метода, методика проведения, область применения для оценки цитотоксичности.
24. ЛДГ-тест: принцип метода, отличие от МТТ-теста, диагностика некротической гибели клеток.
25. Методы оценки апоптоза: проточная цитометрия с окраской аннексином V и пропиридиумом иодидом.
26. Биотестирование: определение, цели. Тест-объекты (дафнии, водоросли, инфузории). Преимущества и недостатки.
27. Фитотоксичность: методы оценки (тесты на прорастание семян, рост корней), значение для экотоксикологии.
28. Гигиеническое нормирование: понятие ПДК, ОБУВ. Принципы установления ПДК для воды, воздуха, почвы. Классы опасности веществ.

Раздел 3. Прикладные аспекты токсикологии в клеточных технологиях

29. Токсикология наноматериалов: особенности оценки безопасности наночастиц, механизмы их токсического действия.
30. Оценка безопасности лекарственных средств и биологически активных веществ (БАВ). Этапы доклинических исследований.
31. Токсикологические аспекты клеточной терапии и тканевой инженерии. Оценка туморогенности клеточных продуктов.
32. Биомаркеры в токсикологии: понятие, классификация (экспозиции, эффекта, чувствительности). Примеры.
33. Математическое моделирование и QSAR-модели для прогноза токсичности химических соединений.
34. Аналитическая токсикология: методы пробоподготовки и анализа (ТСХ, ГЖХ, ВЭЖХ, спектрофотометрия) для идентификации токсикантов.
35. Статистическая обработка результатов токсикологического эксперимента. Методы вариационной статистики (t-критерий Стьюдента, ANOVA).

Темы рефератов.

Раздел 1. Теоретические и фундаментальные аспекты токсикологии

1. **История развития токсикологии: от ядов древности до молекулярной токсикологии XXI века.**
 - Вклад Парацельса, Маттеи Орфила, отечественных научных школ в развитие дисциплины.
2. **Современная классификация ядов и ксенобиотиков: критерии и подходы.**
 - Анализ различных классификаций (гигиеническая, токсикологическая, по избирательности действия).
3. **Молекулярные механизмы биотрансформации ксенобиотиков: роль системы цитохрома P450.**
 - Фазы метаболизма, генетический полиморфизм и его значение в индивидуальной чувствительности.
4. **Современные представления о механизмах апоптоза и некроза при действии токсикантов.**
 - Молекулярные пути гибели клеток, методы их дифференциальной диагностики.
5. **Комбинированное действие химических веществ: аддитивность, синергизм, антагонизм.**
 - Примеры из фармакологии и экотоксикологии, практическое значение.
6. **Зависимость «доза-время-эффект» в токсикологии: теоретические модели и практическое применение.**
 - Понятие пороговости, беспороговые эффекты (мутагенез, канцерогенез).

Раздел 2. Методология оценки токсичности и экспериментальные подходы

7. **Принципы 3R (Replacement, Reduction, Refinement) в современной токсикологии: альтернативы экспериментам на животных.**
 - Этические аспекты, законодательная база, современные достижения.
8. **Методы оценки цитотоксичности *in vitro*: сравнительный анализ МТТ-теста, ЛДГ-теста и методов окрашивания живыми/мертвыми клетками.**
 - Принципы методов, их преимущества, ограничения и области применения.
9. **ДНК-кометный анализ (метод комет) как метод оценки генотоксичности: принципы, модификации, интерпретация результатов.**
 - Возможности метода для выявления повреждений ДНК на ранних стадиях.
10. **Проточная цитометрия в токсикологических исследованиях: возможности метода для оценки апоптоза, клеточного цикла и иммунотоксичности.**
 - Принципы метода, анализ цитофлуорограмм, флуоресцентные красители.
11. **Биотестирование как метод интегральной оценки токсичности: тест-объекты, области применения, достоинства и недостатки.**
 - Использование дафний, водорослей, инфузорий, рыб в экотоксикологическом мониторинге.
12. **Фитотоксикология: методы оценки влияния поллютантов на высшие растения.**
 - Тесты на прорастание семян, рост корней, всхожесть как биомаркеры.

13. Статистическая обработка данных в токсикологическом эксперименте: выбор критериев и интерпретация результатов.

- t-критерий Стьюдента, ANOVA, пробит-анализ, работа в статистических пакетах.

14. Тонкослойная хроматография (ТСХ) в аналитической токсикологии: возможности метода для идентификации неизвестных токсикантов.

- Принципы разделения, детекции, области применения.

Раздел 3. Специфические виды токсического действия

15. Механизмы химического мутагенеза и методы его оценки.

- Типы мутаций, тест Эймса, микроядерный тест, современные подходы.

16. Химический канцерогенез: стадии, механизмы, классификация канцерогенов (по МАИР).

- Генотоксические и негенотоксические канцерогены.

17. Тератогенез и эмбриотоксичность: критические периоды развития, механизмы действия, примеры тератогенов.

- Талидомидовая трагедия, алкогольный синдром плода, ретиноиды.

18. Иммунотоксичность ксенобиотиков: виды нарушений, методы оценки, клинические примеры.

- Иммуносупрессия, аллергические реакции, аутоиммунные процессы.

19. Нейротоксичность: молекулярные механизмы повреждения нервной ткани, методы оценки в культурах клеток.

- Использование клеточных линий нейробластомы и первичных культур нейронов .

20. Гепатотоксичность: механизмы повреждения печени, методы оценки (ферменты, биопсия, модели на гепатоцитах).

- Парацетамоловая модель, роль цитохрома P450, использование клеток HepG2.

21. Нефротоксичность: механизмы повреждения почек, маркеры раннего выявления.

- Действие тяжелых металлов, органических растворителей, антибиотиков.

22. Репродуктивная токсичность: оценка влияния ксенобиотиков на мужскую и женскую репродуктивную систему.

- Современные подходы к интерпретации результатов исследований *in vivo* .

Раздел 4. Прикладные аспекты в контексте клеточных и молекулярных технологий

23. Наноксикология: особенности оценки безопасности наноматериалов, механизмы их токсического действия.

- Роль окислительного стресса, генотоксичность наночастиц, методы оценки .

24. Омиксные технологии в токсикологии (токсикогеномика, протеомика, метаболомика): возможности и перспективы.

- Интегративный подход к выявлению биомаркеров и механизмов токсичности .

25. Трехмерные клеточные модели (3D-культуры, органоиды, «орган-на-чипе») в токсикологических исследованиях.

- Преимущества перед 2D-культурами, примеры использования для оценки безопасности лекарств .
 - 26. **Токсикологические аспекты клеточной терапии и тканевой инженерии: оценка безопасности клеточных продуктов.**
 - Туморогенность, генетическая стабильность, контроль качества.
 - 27. **Оценка безопасности биомедицинских клеточных продуктов: современные регуляторные требования и методы.**
 - Доклинические исследования, специфическая активность, трансляционные модели .
 - 28. **Токсикология генотерапевтических препаратов: особенности оценки биораспределения и экотоксичности.**
 - Подходы к оценке безопасности вирусных векторов и систем доставки .
 - 29. **Биомаркеры экспозиции и эффекта в современной токсикологии: от традиционных показателей до омиксных технологий.**
 - Примеры биомаркеров для различных классов токсикантов.
 - 30. **QSAR-моделирование и компьютерное прогнозирование токсичности (in silico): принципы, возможности и ограничения.**
 - Математическое моделирование, использование искусственного интеллекта .
 - 31. **Токсикологическая оценка безопасности новых источников пищи: культивируемое мясо, альтернативные белки, продукты точной ферментации.**
 - Риски, связанные с клеточными линиями, scaffolds, компонентами сред .
 - 32. **Применение плюрипотентных стволовых клеток человека для оценки эмбриотоксичности и нейротоксичности.**
 - Современные подходы к оценке воздействия низких доз радиации и химических веществ .
 - 33. **ДНК-биосенсоры в экотоксикологическом мониторинге: биобезопасность и перспективы применения.**
- Токсичность наноматериалов в составе сенсоров, деградация компонентов, утилизация .
34. **Оценка безопасности нанопрепаратов для адресной доставки лекарств: токсикологические вызовы и решения.**

Методические рекомендации по написанию рефератов (докладов)

Реферат (доклад)— самостоятельная работа, содержащая краткое изложение актуальной научной проблемы и ее современной трактовки на основе последних научных изысканий по этой теме. Он является действенной формой самостоятельного исследования актуальных исторических проблем на основе изучения соответствующих разделов учебных пособий, специальной монографической литературы, а также научных статей, отражающих последний исследовательский опыт в области изучаемого вопроса. Реферат помогает выработать навыки и приемы самостоятельного научного поиска, грамотного и логического изложения материала, способствует приобщению студентов к научно-исследовательской деятельности.

Реферат должен включать в себя: введение, где обосновывается актуальность проблемы, ставятся цель и задачи исследования; основную часть, в которой раскрывается

содержание проблемы; заключение, где обобщаются выводы по теме и даются практические рекомендации.

Для разработки реферата необходимо тщательно проработать не менее 4-5 важнейших статей по избранной проблеме. При этом выбирать материал, не только подтверждающий позицию автора реферата, но и иные точки зрения, т.е. материал для полемики.

Реферат выполняется в соответствии с требованиями стандартов, разработанных для данного вида документов. Работа должна быть выполнена на белой бумаге стандартного листа А4. Текст должен быть отпечатан на компьютере в текстовом редакторе Microsoft Word и отвечать следующим требованиям: параметры полей страниц должны быть в пределах: верхнее и нижнее – по 20 мм, правое – 10 мм, левое – 30 мм, шрифт – Times New Roman, размер шрифта – 14, межстрочный интервал – полуторный. Лента принтера – чёрного цвета. Нумерация страниц в реферате должна быть сквозной, начиная со второй страницы.

При изложении материала необходимо придерживаться принятого плана.

Библиографический список составляется на основе источников, которые были просмотрены и изучены студентом при написании реферата. Вся использованная литература размещается в следующем порядке: законодательные акты, постановления, нормативные документы; вся учебная литература в алфавитном порядке, затем средства периодической печати в алфавитном порядке; источники из сети Интернет.

Критерии оценки реферата

оценка «отлично» выставляется студенту, если выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению;

оценка «хорошо» выставляется студенту, если основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении;

оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата; во время защиты отсутствует вывод;

оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы или реферат не представлен.

8.6. Примерная тематика презентаций

Раздел 1. Фундаментальные основы молекулярной токсикологии

- 1. История развития молекулярной токсикологии: от описательной науки к постгеномной эре.**
 - Ключевые открытия, ученые (Парацельс, Орфила, Райс, Гуляева), современные парадигмы .
- 2. Современная классификация токсикантов на молекулярном уровне: мишени и механизмы действия.**

- Классификация по химической структуре, по биологическим мишеням, по типу вызываемых эффектов.
- 3. **Молекулярные механизмы биотрансформации ксенобиотиков: ферменты I и II фаз метаболизма.**
 - Детальный разбор реакций окисления, восстановления, гидролиза, конъюгации; схемы метаболических путей .
- 4. **Суперсемейство цитохрома P450: структура, функции, полиморфизм и роль в метаболизме лекарств и токсикантов.**
 - Изоформы CYP, тканеспецифичность, индукция и ингибирование, клиническое значение .
- 5. **Механизмы повреждения ДНК ксенобиотиками и системы репарации: молекулярные основы генотоксичности.**
 - Типы повреждений ДНК, пути репарации (эксцизионная, рекомбинационная), последствия нарушений репарации .
- 6. **Молекулярные механизмы апоптоза и некроза: роль митохондрий, каспаз и белков семейства Bcl-2.**
 - Сигнальные пути гибели клеток, методы дифференциальной диагностики, значение в токсикологии .
- 7. **Окислительный стресс как универсальный механизм токсичности: активные формы кислорода, антиоксидантная защита.**
 - Источники АФК, повреждение макромолекул (липидов, белков, ДНК), ферментативные и неферментативные антиоксиданты.
- 8. **Сигнальная трансдукция в токсикологии: роль протоонкогенов, онкогенов и супрессорных генов в ответе на токсическое воздействие.**
 - Основные пути передачи сигнала (MAPK, PI3K/Akt, NF-κB), их активация токсикантами .
- 9. **Регуляция клеточного цикла токсикантами: роль циклинов, циклин-зависимых киназ и сверхочных точек.**
 - Влияние ксенобиотиков на progression клеточного цикла, остановка в контрольных точках, запуск репарации или апоптоза .
- 10. **Эпигенетические механизмы токсичности: метилирование ДНК, модификация гистонов, микроРНК.**
 - Как токсиканты вызывают эпигенетические изменения и их роль в канцерогенезе и других заболеваниях .

Раздел 2. Методология оценки токсичности и экспериментальные подходы

- 11. **Современные методы оценки цитотоксичности *in vitro*: сравнительный анализ МТТ-теста, ЛДГ-теста, методов с аламар блю и нейтральным красным.**
 - Принципы методов, их преимущества, ограничения, чувствительность, область применения .
- 12. **Проточная цитометрия в токсикологии: возможности метода для оценки апоптоза (Annexin V/PI), клеточного цикла, митохондриального потенциала и образования АФК.**

- Принцип метода, флуорохромы, анализ цитофлуориграмм, примеры использования .
- 13. **ДНК-кометный анализ (метод комет): современное состояние, модификации (щелочной, нейтральный), анализ изображений, интерпретация результатов.**
 - Методология, детекция одно- и двунитевых разрывов, щелочно-лабильных сайтов, применение в генотоксикологии.
- 14. **Микроядерный тест в культурах клеток и *in vivo*: принципы, методики окрашивания, критерии учета, автоматизация.**
 - Выявление кластогенных и анеугенных эффектов, цитокинетический блок, использование в скрининге.
- 15. **Высокопроизводительный скрининг (HTS) в токсикологии: клеточные модели, автоматизация, обработка больших данных.**
 - 96- и 384-луночные форматы, роботизация, анализ данных, Tox21 программа.
- 16. **Технологии «омикс» в токсикологии: токсикогеномика, протеомика, метаболомика.**
 - Методологии, биоинформатический анализ, выявление биомаркеров, механистические исследования .
- 17. **Трехмерные клеточные модели (3D-культуры, сфероиды, органоиды) в токсикологических исследованиях.**
 - Преимущества перед 2D-культурами, методы культивирования, примеры использования для оценки гепатотоксичности и нейротоксичности .
- 18. **Орган-на-чипе (Organ-on-a-chip) технологии: микрожидкостные системы для моделирования токсичности на уровне органов.**
 - Принципы устройства, примеры (печень-на-чипе, почка-на-чипе), перспективы для фармакологии и токсикологии.
- 19. **Биосенсоры для детекции токсикантов: ферментные, ДНК- и клеточные биосенсоры.**
 - Принципы работы, иммобилизация биологического компонента, трансдукция сигнала, применение в экологическом мониторинге.
- 20. **Статистическая обработка и биоинформатический анализ токсикологических данных: от пробит-анализа до машинного обучения.**
 - Методы вариационной статистики, анализ зависимости "доза-эффект", кластерный анализ, нейросетевые модели.

Раздел 3. Специфические виды токсичности на молекулярном и клеточном уровнях

- 21. **Молекулярные механизмы химического канцерогенеза: инициация, промоция, прогрессия.**
 - Генотоксические и негенотоксические канцерогены, роль онкогенов и супрессорных генов, современная классификация МАИР .
- 22. **Генотоксичность: молекулярные механизмы мутагенеза, типы мутаций, методы оценки.**
 - Повреждение азотистых оснований, образование аддуктов, межцепочечные сшивки, разрывы ДНК; тест Эймса, HPRT-тест .

- 23. Механизмы тератогенеза: критические периоды развития, молекулярные мишени, современные методы оценки на клеточных моделях.**
- Талидомидовая трагедия, ретиноевая кислота, использование эмбриональных стволовых клеток для оценки эмбриотоксичности .
- 24. Нейротоксичность на молекулярном уровне: механизмы повреждения нейронов, роль эксайтотоксичности, агрегации белков, окислительного стресса.**
- Модели на клеточных линиях нейробластомы (SH-SY5Y), первичные культуры нейронов .
- 25. Гепатотоксичность ксенобиотиков: молекулярные механизмы повреждения гепатоцитов, роль цитохрома P450 в биоактивации.**
- Парацетамоловая модель, жировая дистрофия, холестаз, некроз, использование клеток HepG2 и первичных гепатоцитов .
- 26. Иммуотоксичность: молекулярные механизмы супрессии иммунитета, аллергических реакций и аутоиммунных процессов.**
- Влияние на лимфоциты, цитокиновый профиль, презентацию антигена; методы оценки *in vitro*.
- 27. Кардиотоксичность: молекулярные механизмы повреждения кардиомиоцитов, влияние на ионные каналы (риск удлинения QT), методы оценки на клеточных моделях.**
- Использование клеток iPS-кардиомиоцитов, patch-clamp, высокосодержательный скрининг .
- 28. Репродуктивная токсичность и эндокринные разрушители: молекулярные механизмы влияния на гонады и гормональную регуляцию.**
- Гонадотоксичность, нарушение сперматогенеза и оогенеза, влияние на рецепторы гормонов (эстрогеновые, андрогеновые) .

Раздел 4. Прикладные аспекты в контексте клеточных и молекулярных технологий

- 29. Наноксикология: молекулярные механизмы взаимодействия наночастиц с клетками, оценка безопасности наноматериалов.**
- Особенности наночастиц (размер, форма, заряд, покрытие), пути поступления, клеточные мишени, генотоксичность, иммунные реакции .
- 30. Токсикология наноматериалов для биомедицины: оценка безопасности систем адресной доставки лекарств, контрастных агентов.**
- Липосомы, полимерные наночастицы, дендримеры, золотые наночастицы: взаимодействие с клетками, биораспределение, токсикокинетика.
- 31. Оценка безопасности клеточных продуктов для регенеративной медицины: опухоленность, генетическая стабильность, иммуногенность.**
- Методы testing на стволовых клетках, контроль качества, регуляторные требования .
- 32. Применение индуцированных плюрипотентных стволовых клеток (iPSC) в токсикологии: персонализированная оценка рисков, моделирование заболеваний.**
- iPSC-кардиомиоциты, гепатоциты, нейроны для оценки органоспецифической токсичности, изучение индивидуальной чувствительности .

33. QSAR-моделирование и компьютерное прогнозирование токсичности (in silico): принципы, программы, применение в скрининге.

- Математические модели, связь "структура-активность", базы данных токсичности, валидация моделей .

34. Биомаркеры токсичности: от традиционных показателей до современных омиксных технологий.

- Биомаркеры экспозиции, эффекта, чувствительности; новые кандидатные биомаркеры (микроРНК, модифицированные белки) .

35. Альтернативные методы в токсикологии: реализация принципов 3R, валидация методов, регулирующее принятие.

- Стратегии замены, сокращения и совершенствования экспериментов на животных; OECD тест-гайдлайны для методов *in vitro* .

36. Токсикология лекарственных средств: этапы доклинических исследований, выявление специфических видов токсичности, клинические последствия.

- Примеры отозванных с рынка препаратов (Vioxx, Vioxx, Vioxx) и роль токсикологических исследований .

Методические рекомендации по созданию презентации

1. Структура и содержание презентации – это личное творчество автора. Однако полезно использовать шаблоны для оформления и подготовки компьютерной презентации.

2. Слайды не рекомендуется перегружать текстом, лучше разместить короткие тезисы. Наиболее важный материал необходимо выделить.

3. Цифровой материал, плохо воспринимаемый со слайдов, лучше представить в виде графиков и диаграмм.

4. Желательно подготовить к каждому слайду заметки по докладу. Затем распечатать их и использовать при подготовке или на самой презентации.

5. Необходимо соблюдать единый стиль оформления презентации и обратить внимание на стилистическую грамотность.

6. Следует пронумеровать слайды. Это позволит быстро обращаться к конкретному слайду в случае необходимости.

7. Главные выводы по материалу презентации целесообразно поместить на отдельном слайде

Критерии оценивания презентаций:

За выполнение данного вида работы максимальное количество баллов составляет 5 баллов, из них:

Наименование критерия	Критерии оценивания			
	5	4	3	2
Содержание презентации	Четко сформулирован а цель и раскрыта тема исследования. В краткой форме дана полная информация по	Сформулирован а цель и тема исследования. Частично изложена информация по теме и дан ответ на проблемный	Сформулирован а цель и тема исследования. Содержание полностью не раскрыто. Информация по теме неточна.	Не сформулирован а цель и тема. Проблема не решена.

	теме и дан ответ на проблемный вопрос. Даны ссылки на используемые ресурсы.	вопрос. Даны ссылки на используемые ресурсы.	Проблема до конца не решена. Не даны ссылки на используемые ресурсы.	
Дизайн презентации	Соблюдается единый стиль оформления. Презентация красочная и интересная. Используются эффекты анимации, фон, фотографии. В презентации присутствуют авторские находки.	Соблюдается единый стиль оформления. Слайды просты в понимании. Используются некоторые эффекты и фон.	Не соблюдается единый стиль оформления. Слайды просты в понимании. Эффекты и фон не используются.	Не соблюдается стиль оформления. Слайды просты в понимании.
Представление презентации	Автор хорошо владеет материалом по теме. Использует научную терминологию. Обладает навыками ораторского искусства. Полно и точно цитируется использованная литература	Автор владеет материалом по теме, но не смог заинтересовать аудиторию. Недостаточно цитируется литература.	Автор не показал компетентности в представлении презентации. Использованные факты не вызывают доверия. Недостаточно цитируется литература.	Представлены искаженные данные

Критерии оценивания самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Наименование оценочного средства	Шкала оценивания
1.	Составление опорного конспекта	- 2 балла выставляется студенту , если конспект содержателен и соответствует разработанному плану; в конспекте полностью отражены основные положения и результаты работы автора; студент излагает мысли своими словами в ясной и лаконичной форме; соответствие оформления конспекта требованиям; наличие схем и

		графическое выделение особо значимой информации; самостоятельно сформулировано резюме по прочитанному и законспектированному материалу; - 1,5 балла выставляется студенту, если конспект достаточно содержателен и соответствует плану; в конспекте достаточно полно отражены основные положения и результаты работы автора; конспект составлен словами, заимствованными из первоисточника; соответствие оформления конспекта требованиям; наличие схем и графическое выделение особо значимой информации; резюме по прочитанному и законспектированному материалу составлено с помощью преподавателя; - 1 балл выставляется студенту, если конспект недостаточно содержателен и частично соответствует плану; в конспекте недостаточно полно отражены основные положения и результаты работы автора; конспект составлен словами, заимствованными из первоисточника; не полное соответствие оформления конспекта требованиям; отсутствие в конспекте схем и графического выделения особо значимой информации; резюме по прочитанному и законспектированному материалу отсутствует; - 0 баллов выставляется студенту, если конспект не содержателен и не соответствует плану; в конспекте не отражены основные положения и результаты работы автора; конспект составлен словами, полностью заимствованными из первоисточника; оформление конспекта не соответствует требованиям; отсутствие в конспекте схем и графического выделения особо значимой информации; резюме по прочитанному и законспектированному материалу отсутствует.
2.	Составление схемы	- 3 балла выставляется студенту, если содержание схемы полностью соответствует содержанию темы; структура логична; правильный отбор информации; наличие обобщающего характера изложения информации; - 1-2 балла выставляется студенту, если содержание схемы не в полной мере раскрывает содержание темы; изучаемый материал проработан фрагментарно; отсутствует обобщающий характер изложения информации; - 0 баллов выставляется студенту, если содержание схемы не раскрывает содержание темы; демонстрируется фрагментарный объем знаний в рамках освещаемого вопроса; отсутствует обобщающий характер изложения информации.
3.	Анализ ситуаций	- 2 балла выставляется студенту, если проводится комплексная оценка предложенной ситуации; знание теоретического материала с учетом междисциплинарных связей, правильный выбор тактики действий; - 1 балл выставляется студенту, если проводится комплексная оценка предложенной ситуации, незначительные

		затруднения при ответе на теоретические вопросы, неполное раскрытие междисциплинарных связей; правильный выбор тактики действий; логическое обоснование теоретических вопросов с дополнительными комментариями педагога; - 0 баллов выставляется студенту, если происходит неверная оценка ситуации; неправильно выбрана тактика действий.
4.	Подготовка информационного сообщения	- 3 балла выставляется студенту, если содержание сообщения полностью соответствует освещаемому вопросу; сообщение отличается глубиной проработки изучаемого материала; выделены основные понятия; в текст сообщения введены дополнительные данные, характеризующие объект изучения; точное использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопрос; умение делать обоснованные выводы; сообщение отличается грамотностью и полнотой использования источников; наличие элементов наглядности; - 2 балла выставляется студенту, если содержание сообщения соответствует освещаемому вопросу; выделены основные понятия; использование необходимой научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопрос; умение делать обоснованные выводы при наличии несущественных недочетов; сообщение отражает полноту использования источников; наличие элементов наглядности; - 1 балл выставляется студенту, если содержание сообщения частично соответствует освещаемому вопросу; использование необходимой научной терминологии; стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопрос; умение делать выводы при наличии исправленных с помощью преподавателя недочетов; элементы наглядности отсутствуют; сообщение не отражает полноту использования источников; - 0 баллов выставляется студенту, если содержание сообщения не соответствует освещаемому вопросу; демонстрируется фрагментарный объем знаний в рамках освещаемого вопроса; неверное использование научной терминологии, нарушение в стилистическом и логическом изложении ответа на вопрос; выводы излагаются с существенными ошибками.

**Критерии оценки устного и/или письменного ответа
на практическом занятии**

За выполнение данного вида работы максимальное количество баллов составляет **5 баллов**, из них:

Оценка	Критерии оценки устного и/или письменного ответа на практическом занятии
«5»	Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, полностью раскрыта в ответе тема, ответ структурирован, даны правильные аргументированные ответы на уточняющие вопросы, демонстрируется высокий уровень участия в дискуссии.
«4»	Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, полностью раскрыта в ответе тема, даны правильные, аргументированные ответы на уточняющие вопросы, но имеются неточности, при этом ответ не структурирован и демонстрируется <u>средний</u> уровень участия в дискуссии.
«3»	Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, но при полном раскрытии темы имеются неточности, даны правильные, но не аргументированные ответы на уточняющие вопросы, демонстрируется низкий уровень участия в дискуссии, ответ не структурирован, информация трудна для восприятия.
«2»	Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, но при полном раскрытии темы имеются неточности, демонстрируется слабое владение категориальным аппаратом, даны правильные, но не аргументированные ответы на уточняющие вопросы, участие в дискуссии отсутствует, ответ не структурирован, информация трудна для восприятия.

Критерии и шкала оценивания устного ответа обучающегося на экзамене (зачете)

Максимальное количество баллов на зачете – 30, из них:

1. Ответ на первый вопрос – 10 баллов.
2. Ответ на второй вопрос – 10 баллов.
3. Ответ на третий вопрос – 10 баллов.

Расчет итоговой рейтинговой оценки

До 50 баллов	«неудовлетворительно» / «не зачтено»
От 50 до 70 баллов	«удовлетворительно» / «зачтено»
От 71 до 85 баллов	«хорошо» / «зачтено»
От 86 до 100 баллов	«отлично» / «зачтено»

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. **Иванов, М. Б.** Токсикология : в 3 томах. Т. 1 : Начала токсикологии / М. Б. Иванов. — Гатчина, 2024. — 222 с. — ISBN 978-5-6050887-8-3 ..
2. **Румак, В. С.** Молекулярная токсикология суперэкоотоксикантов и безопасность биосистем : учебное пособие / В. С. Румак, Н. В. Умнова, А. И. Ким. — Москва : Издательство Московского университета, 2025. — 151 с. — (Классический университетский учебник). — ISBN 978-5-19-012084-4 .
3. **Извекова, Т. В.** Основы токсикологии : учебное пособие для вузов / Т. В. Извекова, А. А. Гушин, Н. А. Кобелева. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 152 с. — ISBN 978-5-507-50707-8

б) дополнительная литература:

4. **Куценко, С. А.** Основы токсикологии / С. А. Куценко. — Москва : ГЭОТАР-Медиа (последнее доступное издание).

в) современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы, электронные образовательные ресурсы

Обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам (библиотека СОГУ):

Название базы данных (пакета), производитель, ЭБС	Платформа и (или) адрес в сети	Реквизиты и срок действия документа,	Правообладатель	Количество ключей (пользователей)
«Университетская библиотека Online» Базовая коллекция	https://biblioclub.ru Требуется регистрация.	Договор № 571-12/2025 от 12.01.2027 г. С 01.01.2026 г. - 31.12.2026 г.	ООО «НексМедиа»	Без ограничения количества пользователей
Информационно-аналитическая система SCIENCE INDEX: рефераты и полные тексты научных статей и публикаций, российские научные и научно-технические журналы	eLIBRARY.RU http://elibrary.ru/ Требуется регистрация.	Лицензионный договор № 310-5051/2025 от 31.03. 2025 г. С 14.04.2025 г.- 20.04.2026 г.	ООО «Научная электронная библиотека eLibrary.ru»	Доступ по IP адресам вуза без ограничений по количеству пользователей

eLIBRARY.RU - интегрированный научный информационный портал в российской зоне сети Интернет, включающий базы данных научных изданий и сервисы для информационного обеспечения науки и высшего образования	eLIBRARY.RU http://elibrary.ru/org Требуется регистрация.	Ресурс открытого доступа	ООО «Научная электронная библиотека eLibrary.ru»	Доступ осуществляется по IP адресам вуза без ограничений по количеству пользователей
«Юрайт» - Учебники по всем специальностям и направлениям подготовки. - ЦУМК по федеральному проекту «Кадры цифровой экономики»	«Юрайт» https://urait.ru/info/courses?utm_source=m_campaign Требуется регистрация.	Договор № 6237 от 05.12.2023 г. С 31.12.2023 - 31.12.2026 г.	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ»	Доступ по IP адресам вуза без ограничений по количеству пользователей
Универсальная база данных East View - полнотекстовый доступ к научным журналам	https://dlib.eastview.com Логин: Khetagurov. Пароль: Khetagurov.	№210-П от 12.01.2026 г. С 01.01.2026 г. - 31.12.2026 г.	ООО «ИВИС»	Без ограничения количества пользователей
Вся биология. Современная биология, статьи, новости. библиотека	https://sbio.info			

г) рекомендуемые периодические издания

1. Журнал «Фармация».
2. Журнал «Новая аптека»
3. Журнал «Новости GMP».
4. Газета «Фармацевтический вестник»

д) состав лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

№ п/п	Наименование	№ договора(лицензия)	Страна производитель
1.	Windows 10 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США

2.	Windows 10 Pro for Workstations	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
3.	Windows 7 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
4.	Windows 7 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
5.	Office Standard 2016	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
6.	Office Standard 2013	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
7.	Office Standard 2010	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
8.	Корпоративная электронная почта (Яндекс.Почта)	№КИС-1965-2025 от 12.01.2026	Россия
9.	Программное обеспечение 1С: Предприятие. Бухгалтерский Учет. Типовая конфигурация 8 сетевая версия	№ СД/108 от 29.08.2017 «МАКСИМУМ-СОФТ СОФТ» бессрочно	Россия
10.	Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»	№ SBR003-250010357500001 от 05.02.2025 (действителен до 04.02.2026) с ОАО «АнтиПлагиат»	Россия
11.	Программное обеспечение 1С: Предприятие 8.3 Управление торговлей	№КП /108 от 29.08.2017 с ООО «Максимум»(бессрочно)	Россия
12.	Программное обеспечение 1С: Зарплата и кадры государственного учреждения 8	№СД./ №9., 08.06.2025 г. «МАКСИМУМ-СОФТ СОФТ» бессрочно	Россия
13.	1С: Бухгалтерия 8. Базовая версия	№9 от 21.05.2019, «МАКСИМУМ-СОФТ СОФТ» бессрочно	Россия
14.	Планы	№2191-24, от 09.01.2025 г. (тех.поддержка до 26.02.2026 г.) ООО ЛММИС	Россия
15.	ПО Лаборатории ММИС (Деканат, ПК, Ведомости, Тестирование, интернет расширение и др.)	№2435-24 от 04.03.2025 ООО ЛММИС	Россия
16.	VSDESK	№ 210406/01 от 06.04.2021г. ИП И,А.Сергеевич	Россия
17.	DIRECTUM RX – Система электронного документооборота	ООО Галактика ИТ договор № 120320/Д/А от 14.03.2022	Россия
18.	MOODLE	Бесплатное	-
19.	ЭБС «Консультант студента»	http://www.studentlibrary.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
20.	РусГард	Бесплатное	Россия

21.	Система веб-конференций (bigbluebutton)	Бесплатное	-
22.	Средства криптографической защиты (КриптоПро CSP, Крипто АРМ)	№120680, от 21.01.2025 ООО «Цифровые технологии»	Россия
23.	Средства криптографической защиты (ViPNet)	№0000-000008 от 17.01.2025 ООО Экспресс-линк	Россия
24.	Средства криптографической защиты (Континент TLS)	№25/08/22 СЛ от 04.09.2025 ООО СКБ-Сервис	Россия
25.	Kaspersky Endpoint Security	№ СФ00-001239 от 13.02.2025 ООО Системный Софт	Россия

БАЗЫ ДАННЫХ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ
(для рабочих программ дисциплин на 2026-2027 уч.г.)

Область знаний	Профессиональные базы данных и образовательные ресурсы Интернет	Ссылка
Безопасность жизнедеятельности	База данных Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека	http://www.rospotrebnadzor.ru
	ОБЖ.ру – учебные материалы, авторские программы, методические пособия, нормативные документы, статьи и публикации как для обучающихся и педагогов, так и для родителей и всех кто интересуется проблемами безопасности жизнедеятельности.	https://yspu.org/Безопасность_жизнедеятельности_
	Сайт Международной академии наук экологии, безопасности человека и природы	http://www.maneb.ru
	Сайт МЧС России	https://www.mchs.gov.ru
	Федеральный образовательный портал по Основам безопасности жизнедеятельности	http://www.obzh.ru
Биология и биотехнологии, анатомия и физиология	Вся биология. Современная биология, статьи, новости, библиотека	https://sbio.info
	База знаний по биологии человека. Разделы: физиология, клеточная биология, генетика, старение организма, эндокринология, биохимия, репродукция и развитие, иммунология, биотехнологии	https://humbio.ru/
	База данных. Определитель растений	https://www.plantarium.ru
	База данных. ZooInt – зоологическая интегрированная	http://www.zin.ru/projects/zooint_r/

	информационно-поисковая система	
	Красная книга России	http://www.biodat.ru/db/rb/
	BioDat – гортал научной, статистической и популярно изложенной информацией по широкому кругу проблем экологии и социально-экономического развития. Архивы с документами и информационными материалами; полнотекстовые справочники и учебные пособия; тематический каталог ресурсов; карты, диаграммы, рисунки в компактных графических файлах; электронные версии изданных монографий, книг, брошюр; карты, генерируемые on-line из баз данных. На BioDat действует 10 интерактивных систем для общения, совместной работы и дополнения.	https://biodat.ru/
Универсальные ресурсы	Российская национальная библиотека	http://nlr.ru/
	«Мегаэнциклопедия Кирилла и Мефодия»	https://megabook.ru
	Российская государственная библиотека	https://www.rsl.ru/
	Государственная публичная научно-техническая библиотека России	https://www.gpntb.ru/
	Библиотека Российской академии наук	https://rasl.ru/
	Библиотека по естественным наукам Российской академии наук	https://www.benran.ru/
	Фундаментальная библиотека ИНИОН РАН	https://inion.ru/ru/library/
	Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы им. М. И. Рудомино, г. Москва	https://libfl.ru/
	Государственная публичная историческая библиотека, г. Москва	https://www.shpl.ru/

	Российская государственная библиотека искусств. г. Москва	https://liart.ru/ru/
	Научная библиотека Московского государственного университета (МГУ) им. М.В.Ломоносова	https://nbmgu.ru/

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа:

преподавательский стол; стул; столы обучающихся; стулья; кафедра; мультимедийный комплекс (проектор, экран), ноутбук, колонки, программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky free (свободное ПО).

Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся: преподавательский стол; стул; столы обучающихся; стулья; кафедра; классная доска, мультимедийный комплекс (проектор, экран), ноутбук, колонки, программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky free (свободное ПО)

Лаборатория физиологии растений: преподавательский стол; стул; столы обучающихся; стулья; кафедра; классная доска, мультимедийный комплекс (проектор, экран), ноутбук, колонки, программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome;

Kaspersky free (свободное ПО); микроскоп «Микромед 1Var.2-25»; бинокляр «БМ-51-2»; объектив-насадка 0,5X; объектив-насадка 2X; термостат электрический сушевоздушный ТС-1/80

СПУ; весы аналитические, весы аптечные, спектроскоп, холодильник «Индезит»; баня водяная с плиткой; плитка электрическая SUPRA HS-110; авторский гербарий; коллекция семян; коллекция семян; коллекция шишек.

Помещение для самостоятельной работы студентов: Зал электронных ресурсов Научной библиотеки СОГУ (корпус 6, кабинет № 1.8), укомплектован специализированной мебелью (рабочие места студентов), необходимыми техническими средствами обучения: компьютеры, принтер, возможность подключения к сети «Интернет», доступ в электронную информационно-образовательную среду СОГУ.

Компьютерный класс: преподавательский стол; стул; столы обучающихся; стулья; кафедра; классная доска.

Оборудование: Компьютеры для компьютерного класса в комплекте, источники бесперебойного питания, Ippon, коммутатор для класса D-Link DGS-10240, интерактивная доска 78*(1702070/15112/11344/2+ проектор Beno MX503.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome;

Kaspersky free (свободное ПО); Консультант плюс; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация).

Библиотека, в том числе читальный зал: столы, стулья; ПК обучающихся.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky free (свободное ПО); Консультант плюс. ЭБС "Университетская библиотека ONLINE" <https://biblioclub.ru> ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru> ЭБС «Юрайт» www.biblio-online.ru

Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
 - продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
 - продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
 - продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.