

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

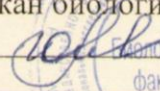
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ

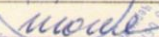
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Биологический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан биологического факультета

 О.И. Юдакова

" 05 "  2023 г.

Рабочая программа дисциплины

**БИОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВЫ ТЕХНОСФЕРНОЙ ТОКСИКОЛОГИИ**

Направление подготовки бакалавриата

06.03.01 Биология

Профиль подготовки бакалавриата  
Прикладная и медицинская экология

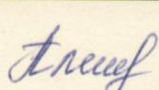
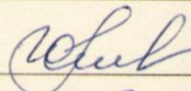
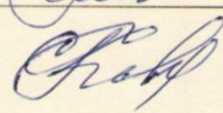
Квалификация выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная

Саратов,  
2023

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик д.б.н., профессор	Плешакова Екатерина Владимировна		05.06.2023
Председатель НМК	Юдакова Ольга Ивановна		05.06.2023
Заведующий кафедрой д.б.н., профессор	Коннова Светлана Анатольевна		05.06.2023
Специалист Учебного управления			

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Биомолекулярные основы техносферной токсикологии» являются: дать современные представления о приоритетных ксенобиотиках, поступающих в окружающую среду, сформировать знания о воздействии токсичных веществ на биологические объекты экосистем на молекулярном уровне. Курс предусматривает получение знаний о накоплении токсикантов в живых организмах, их свойствах и механизмах токсического действия, о механизмах взаимодействия токсичных веществ с биологическими объектами экосистем, об основных способах детоксикации, метаболической активации, выведения ксенобиотиков из организмов и факторами, влияющими на биотрансформацию ксенобиотиков; обучение студентов навыкам использования гигиенических нормативов химически вредных для человека факторов окружающей среды, методам детоксикации и снижения чужеродной нагрузки на организм человека.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Биомолекулярные основы техносферной токсикологии» (Б1.В.ДВ.04.01) является дисциплиной по выбору, относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана ООП в части, формируемой участниками образовательных отношений и осваивается в 7 и 8 семестрах.

Для освоения дисциплины обучающиеся используют знания по химии, биологической химии, физической и коллоидной химии. Дисциплина «Биомолекулярные основы техносферной токсикологии» опирается на основные закономерности, преподаваемые в составе блока естественнонаучных дисциплин: математику, информатику и современные информационные технологии, химию, физику, науки о земле.

В процессе изучения данной дисциплины студент знакомится с экологическими аспектами воздействия химических и биологических факторов на биологические объекты экосистем и механизмы их защитных реакций и имеет ярко выраженную практическую направленность, являясь основой для мероприятий, обеспечивающих сохранение жизни, здоровья и профессиональной работоспособности людей в условиях повседневного контакта с неблагоприятными экологическими факторами. В процессе изучения дисциплины «Биомолекулярные основы техносферной токсикологии» затрагиваются вопросы, смежные с курсами генетики, физиологии человека и животных, микробиологии и вирусологии, экологии и рационального природопользования.

Освоение данной дисциплины является необходимой основой для изучения дисциплин: «Молекулярная биология», «Биотехнология», а также подготовки к подготовке и сдаче государственного экзамена, выполнения и защиты выпускной квалификационной работы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных компетенций (ПК-1; ПК-2; ПК-4).

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
ПК-1: Способен применять знания о разнообразии и структурно - функциональной организации биологических объектов, выбирать и использовать основные методы исследования для решения профессиональных задач в	1.1_Б.ПК-1 Демонстрирует базовые представления о разнообразии биологических объектов, понимание значения биоразнообразия для устойчивости биосферы 2.1_Б.ПК-1 Планирует и осуществляет мероприятия по	Знать теоретические основы, достижения и проблемы техносферной токсикологии; основные источники поступления ксенобиотиков в окружающую среду, их распределение, превращение, общие механизмы действия на живые организмы и

<p>области биологии, биомедицины, биотехнологии и экологии</p>	<p>охране растительного и животного мира, сохранению биоразнообразия экосистем, рациональному использованию и восстановлению биоресурсов в соответствии с особенностями и потребностями региона.</p> <p><b>3.1_Б.ПК-1</b> Демонстрирует знания структурной и функциональной организации биологических объектов и механизмов гомеостатической регуляции; применяет основные физиологические методы анализа и оценки состояния живых систем.</p> <p><b>4.1_Б.ПК-1</b> Анализирует и критически оценивает особенности строения и основные процессы жизнедеятельности организма человека; факторы, разрушающие и сохраняющие здоровья; адаптационные возможности человека.</p> <p><b>5.1_Б.ПК-1</b> Применяет навыки разработки и осуществления экологической оценки состояния поднадзорных территорий и возможности применения на них природоохранных биотехнологий</p> <p><b>6.1_Б.ПК-1</b> Участвует в работах с использованием живых организмов и биологических систем различных уровней организации в биотехнологических производствах и в области медицинской и природоохранной биотехнологии</p>	<p>виды специфического действия; принципы токсикологического нормирования и классификации экотоксикантов, механизмы их биотрансформации.</p> <p><b>Уметь</b> обобщать и анализировать результаты экспериментов; применять полученные знания для профилактики и охраны здоровья.</p> <p><b>Владеть</b> спектром аналитических методов и подходов токсикологии и биохимии; подходами к диагностике и лечению интоксикаций, оказанию первой помощи при отравлениях.</p>
<p><b>ПК-2:</b> Способен использовать знание закономерностей развития экосистем и современные методы биологии, биомедицины, биотехнологии и экологии для осуществления мероприятий по охране, использованию, мониторингу и восстановлению биоресурсов и среды их обитания</p>	<p><b>1.1_Б.ПК-2</b> Демонстрирует знание экологического законодательства Российской Федерации, нормативных и методических материалов по охране окружающей среды и рациональному использованию природных биоресурсов</p> <p><b>2.1_Б.ПК-2</b> Следует этическим и правовым нормам в отношении других людей и в отношении природы, имеет четкую ценностную ориентацию на сохранение природы и охрану прав и здоровья человека;</p> <p><b>3.1_Б.ПК-2</b> Демонстрирует и применяет базовые представления об основах общей, системной и прикладной экологии, принципах оптимального природопользования и охраны природы</p> <p><b>4.1_Б.ПК-2</b> Демонстрирует знания методов исследования экосистем и оценки их состояния и участвует в разработке процедур мониторинга параметров</p>	<p><b>Знать</b> характеристики и механизм действия различных экологических факторов на организм человека; прямое и не прямое действие экотоксикантов на молекулярном уровне и факторы, влияющие на токсичность.</p> <p><b>Уметь</b> применять основные методы анализа и оценки состояния живых систем при воздействиях экотоксикантов.</p> <p><b>Владеть</b> экспериментальными приемами выделения, пробоподготовки компонентов живой материи в модельных системах и на биологическом материале; экспериментальными приемами мониторинга, оценки состояния природной среды и охраны живой природы.</p>

	<p>окружающей среды в местах проведения исследований и осуществляет работы по мониторингу и охране окружающей среды и здоровья человека,</p> <p><b>5.1_Б.ПК-2</b> Проявляет навыки организации контроля воздействия агропромышленного комплекса на окружающую среду и экологического контроля (мониторинга) состояния компонентов агросистемы</p> <p><b>6.1_Б.ПК-2</b> Разрабатывает, анализирует и реализует проекты по экологической оценке, мониторингу и восстановлению нарушенных экосистем (покомпонентно и для всей системы в целом), в том числе с применением биотехнологических методов, готовит биологические обоснования рационального использования экосистем разного ранга</p>	
<p><b>ПК-4:</b> Способен применять в профессиональной деятельности знания биологии, биомедицины, биотехнологии и экологии</p>	<p><b>1.1_Б.ПК-4</b> Демонстрирует знания об особенностях влияния антропогенных факторов на природные комплексы и о методах оценки их воздействия на окружающую среду.</p> <p><b>2.1_Б.ПК-4</b> Анализирует и критически оценивает состояния запасов водных и наземных биоресурсов</p> <p><b>3.1_Б.ПК-4</b> Разрабатывает тест-системы и протоколы проведения мониторинга потенциально опасных биообъектов при составлении прогнозных оценок влияния хозяйственной деятельности человека на состояние окружающей среды с применением природоохранных технологий</p> <p><b>4.1_Б.ПК-4.</b> Применяет знание в области медицинской экологии для управления качеством окружающей среды, профилактике и охране здоровья человека</p>	<p><b>Знать</b> эколого-медицинские характеристики состояния биосферы; основы практической токсикологии, связанной с оказанием помощи при острых токсических поражениях, выявлением и лечением патологии, обусловленной действием профессиональных вредностей.</p> <p><b>Уметь</b> использовать знания об основных токсикантах водной, наземной и воздушной среды, общих механизмах их действия на живые организмы для охраны окружающей среды и решения вопросов экологической биотехнологии и биомедицины.</p> <p><b>Владеть</b> навыками поиска и анализа информации в области токсикологических знаний, связанных с биологией, биомедициной, биотехнологией и экологией, использованию ее в процессе научно-практической деятельности.</p>

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов.

№	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Практические занятия			СР
					Общая трудоемкость	Из них – практическая подготовка		
<b>Часть 1. Экотоксикодинамика</b>								
1	Ксенобиотики и экотоксиканты, источники их поступления в окружающую среду.	5	1,2	2	4		12	Опрос, письменная самостоятельная работа, учебные тесты.
2	Распределение и превращения ксенобиотиков в абиотических и биотических элементах окружающей среды.	5	3,4	2	4		12	Опрос, письменная самостоятельная работа, учебные тесты. Индивидуальные задания.
3	Классификации экотоксикантов, механизмы их действия.	5	5,6 7,8	2	2 2		12	Семинар, письменная самостоятельная работа, учебные тесты. Рефераты.
4	Приоритетные техногенные загрязнители и особо опасные экотоксиканты.	5	9,10 11,12 13,14	2	2 2 2		12	Семинар, опрос, учебные тесты, контрольное тестирование. Рефераты.
5	Природные яды и их аналоги.	5	15,16	2	2		12	Семинар, письменная самостоятельная работа, учебные тесты. Индивидуальные задания.
6	Свойства токсикантов, определяющие токсичность.	5	17	2			12	Опрос, письменная самостоятельная работа, контрольное тестирование.
	<b>Промежуточная аттестация – 36 ч.</b>	<b>5</b>						<b>экзамен</b>
	<b>Итого за 5 семестр – 144ч.</b>			<b>12</b>	<b>24</b>		<b>72</b>	
<b>Часть 2. Токсикокинетика и токсикометрия</b>								
1	Специальные формы токсического процесса.	6	1	2	4		8	Опрос, письменная самостоятельная работа, учебные тесты.
2	Химический	6	2	1			6	Семинар, опрос,

	канцерогенез.							письменная самостоятельная работа, учебные тесты. Рефераты.
3	Токсиканты нервно-паралитического и кожно-нарывного действия.	6	3	1	4		6	Опрос, письменная самостоятельная работа, учебные тесты. Индивидуальные задания.
4	Токсиканты с психотропным и наркозависимым действием.	6	4	1			6	Семинар, письменная самостоятельная работа, учебные тесты. Индивидуальные задания.
5	Оценка риска действия токсикантов, лекарственных веществ.	6	5	1	4		6	Опрос, письменная самостоятельная работа.
6	Методы анализа экотоксикантов.	6	6	1	4		10	Семинар, опрос, учебные тесты. Рефераты.
7	Биотестирование и биоиндикация ксенобиотиков.	6	7,8	1	4		6	Опрос, учебные тесты, контрольное тестирование.
8	Поступление ксенобиотиков в организм человека, резорбция и распределение.	6	9	1			8	Семинар, опрос, учебные тесты. Рефераты.
9	Механизмы обезвреживания ксенобиотиков в организме человека.	6	10	2	4		10	Опрос, учебные тесты, контрольное тестирование.
10	Основные направления оказания токсикотерапевтической помощи.	6	11	1			6	Семинар, опрос, письменная самостоятельная работа. Индивидуальные задания.
	<b>Промежуточная аттестация – 36ч.</b>	<b>6</b>						<b>Экзамен</b>
	<b>Итого за 6 семестр – 144ч.</b>			<b>12</b>	<b>24</b>		<b>72</b>	
	<b>Всего по дисциплине</b>					<b>288 ч.</b>		

### *Часть 1. Экотоксикодинамика*

#### Раздел 1. Ксенобиотики и экотоксиканты, источники их поступления в окружающую среду.

История токсикологии. Направления в современной токсикологии. Техносферная токсикология как новая область науки об окружающей среде. Предмет, цель и задачи техносферной токсикологии, место в системе наук об окружающей среде. Определение понятий: «ксенобиотики», «токсиканты», «токсины», «экотоксиканты», «экополлютанты».

Ксенобиотический профиль окружающей среды. Типы техногенных загрязнений окружающей среды. Локальные, региональные и глобальные загрязнения и их характеристика. Особенности загрязнения экосистем ксенобиотиками, токсикантами и другими химическими веществами. Промышленные источники химического загрязнения биосферы. Горнодобывающая промышленность. Теплоэнергетика. Metallургическая и металлообрабатывающая промышленность. Химическая промышленность. Добыча, транспортировка и переработка нефти. Атомная промышленность. Транспортное загрязнение. Сельскохозяйственное загрязнение. Минеральные и органические удобрения. Пестициды. Коммунальное хозяйство городов. Загрязнение воздушного бассейна городов. Загрязнение природных вод коммунальными стоками. Твердые бытовые отходы.

## Раздел 2. Распределение и превращения ксенобиотиков в абиотических и биотических элементах окружающей среды.

Общие закономерности распределения химических загрязняющих веществ в биосфере, пути их миграции и превращения. Персистирование ксенобиотиков. Окислительные процессы абиотической трансформации и каталитическое разложение. Фотохимические и фотокаталитические процессы трансформации. Полимеризация и образование связанных остатков. Биотическая трансформация ксенобиотиков. Процессы элиминации экотоксикантов, не связанные с трансформацией. Атмосферный перенос, водная миграция, миграция в почвенных средах, биогенный перенос, миграция органических загрязнений, миграция тяжелых металлов и радионуклидов. Биоаккумуляция и биомагнификация ксенобиотиков.

## Раздел 3. Классификации экотоксикантов, механизмы их действия.

Классификация экотоксикантов по происхождению, по способу использования человеком, по механизму действия токсикантов, по способу изолирования из биологического материала, по происхождению и другие. Токсиканты, блокирующие кислородпередающую функцию крови: метгемоглобинообразователи, угарный газ, гемолитические яды. Синильная кислота и ее соли, блокирующие тканевое дыхание. Сульфгидрильные яды. Токсиканты, ингибирующие фермент ацетилхолинэстеразу.

## Раздел 4. Приоритетные техногенные загрязнители и особо опасные экотоксиканты.

Токсичные неорганические соединения. Токсичные соединения азота, фосфора, серы, источники их поступления в окружающую среду, механизмы токсического действия. Тяжелые металлы: источники поступления, распределения тяжелых металлов по классам опасности, характер накопления в живых организмах. Механизмы токсического действия. Токсикологическая характеристика наиболее опасных тяжелых металлов.

Токсичные органические соединения. Нефть и нефтепродукты как приоритетные техногенные загрязнители окружающей среды. Состав нефти и токсичность для клеток ее отдельных компонентов. Органические токсиканты, полициклические углеводороды, полихлорированные бифенилы. Ядовитые галогенпроизводные, альдегиды, кетоны, спирты. Пестициды, основные классы. Характеристика отдельных представителей хлорорганических и фосфорорганических пестицидов. Диоксины как суперэкотоксиканты. Детергенты, источники поступления в окружающую среду, токсичность детергентов по отношению к живым организмам, особенности загрязнения окружающей среды детергентами.

Токсическое действие кислорода. Активные формы кислорода, озон, свободные радикалы. Механизмы защиты от токсического действия кислорода. Антиоксидантные ферменты. Антиоксидантные витамины. Перекисное окисление липидов.

## Раздел 5. Природные яды и их аналоги.

Токсины биологического происхождения. Бактериотоксины, микотоксины, фитотоксины, зоотоксины. Характеристика их химической структуры, физико-химических свойств, биологического действия и практического использования. Белковые токсины.

Ботулотоксин. Токсины плесневых грибов. Афлатоксины, эрготоксины, охратоксины, трихотецены. Патулин, зеараленон. Токсины шляпочных грибов. Аманитины, мускарин, псилоцибин. Фитотоксины. Алкалоиды, кумарины, терпеноиды, гликозиды. Ризин. Зоотоксины. Укусы ядовитых змей и паукообразных. Тетродотоксин. Небелковые токсины.

#### Раздел 6. Свойства токсикантов, определяющие токсичность.

Размеры молекулы, геометрия молекулы токсиканта. Физико-химические свойства веществ, стабильность в среде. Типы химических связей, образующихся между токсикантами и молекулами-мишенями организма. Корреляция «структура-токсикологический эффект». Факторы, влияющие на токсичность. Явления, наблюдаемые при длительном воздействии токсикантов. Коергизм ксенобиотиков.

### ***Часть 2. Токсикокинетика и токсикометрия***

#### Раздел 1. Специальные формы токсического процесса.

Определение понятия «рецептор» в токсикологии. Действие токсикантов на элементы межклеточного пространства, на структурные элементы клеток. Взаимодействие токсикантов с белками, нуклеиновыми кислотами, липидами, селективными рецепторами. Механизмы цитотоксичности. Нарушение гомеостаза внутриклеточного кальция. Иммунотоксичность. Иммуносупрессия и инфекция. Иммуносупрессия и канцерогенез. Гиперчувствительность (аллергия). Аутоиммунные процессы. Мутагенное, гонадодепрессивное, тератогенное и эмбриотоксическое действие ксенобиотиков. Разнообразие мутагенных и гонадотропных веществ. Талидомид. Тератогенная эпидемия. Токсические синдромы плода. Определение мутагенности химических веществ. Тест Эймса.

#### Раздел 2. Химический канцерогенез.

Определение канцерогенеза. Разнообразие канцерогенных веществ по химической структуре и происхождению. Ароматические амины, нитрозамины, афлатоксины, их метаболизм. Полициклические ароматические углеводороды. Метаболизм бензантрацена в организме. Развитие раковой клетки. Протоонкогены и онкобелки. Активация свободнорадикальных процессов в клетке. Повреждения мембранных структур. Повреждение процессов синтеза белка и клеточного деления.

#### Раздел 3. Токсиканты нервно-паралитического и кожно-нарывного действия.

Общая характеристика токсикантов нервно-паралитического действия и очагов поражения. Клинические формы поражений. Механизм возникновения и развития поражений. Лекарственные средства и пестициды с нервно-паралитическим типом токсического действия. Элементоорганические технические жидкости трикрезилфосфат и тетраэтилсвинец. Общая характеристика кожно-нарывных отравляющих веществ. Механизм возникновения и развития ипритных поражений. Профилактика поражений ипритом, принципы комплексного лечения. Лекарственные вещества из группы азотистых ипритов. Тиоловые отравляющие вещества и яды: люизит, какодиловая кислота, ртуть, этилмеркурхлорид.

#### Раздел 4. Токсиканты с психотропным и наркозависимым действием.

Отравляющее вещество ВZ и атропиноподобные препараты. Очаг поражения аэрозодем из фентанилподобных продуктов. Общая характеристика бытовых наркоманий. Диэтиламид лизергиновой кислоты. Этанол, технические жидкости: метанол и этиленгликоль.

#### Раздел 5. Оценка риска действия токсикантов, лекарственных веществ.

Процесс оценки риска. Идентификация опасности, оценка воздействия, оценка токсичности. Характеристика риска. Зависимость «доза-эффект» в токсикологии: на уровне



отдельных клеток и органов, на уровне организма. Эпидемиологические методы исследования в токсикологии.

#### Раздел 6. Методы анализа экотоксикантов.

Биосистемы – мишени действия токсикантов. Понятие о гигиеническом нормировании. Предельно допустимые концентрации и уровни. Основные токсикологические характеристики. Отбор проб и физико-химический анализ экотоксикантов. Методы анализа. Спектральные методы. Электрохимические методы. Хроматографические методы. Биохимические методы определения ядовитых и сильно действующих веществ. Иммунохимические методы анализа. Биосенсорный анализ.

#### Раздел 7. Биотестирование и биоиндикация ксенобиотиков.

Биотестирование ксенобиотиков на основе микроорганизмов, микроводорослей и высших растений. Биоиндикация токсичности природных вод с помощью дафний и ампулярий. Исследование качества воды водоемов методом автографии на фотобумаге. Индикация загрязнения окружающей среды по качеству пылицы. Тест системы на позвоночных животных. Тестирование экотоксикантов на основе анализа влияния их на биологические мембраны, отклик нервной системы.

#### Раздел 8. Поступление ксенобиотиков в организм человека, резорбция и распределение.

Транспорт токсичных веществ через клеточные мембраны, виды транспорта. Пассивный транспорт, активный транспорт, специальные виды транспорта. Пути поступления ксенобиотиков в организм. Резорбция ксенобиотиков: через кожу, через слизистые оболочки, резорбция в кишечнике, в легких, резорбция из тканей. Пресистемная элиминация. Распределение ксенобиотиков в организме, принципы распределения. Связывание с белками крови, с клетками крови, проникновение ксенобиотиков в ЦНС. Гематоофтальмический барьер. Проникновение ксенобиотиков в печень, через плаценту. Депонирование.

#### Раздел 9. Механизмы обезвреживания ксенобиотиков в организме человека.

Энзимы первой фазы метаболизма и активируемые ими реакции. Микросомальное окисление и реакции конъюгации. Ферментативные реакции гидролиза и восстановления. Монооксигеназное окисление. Цитохром Р-450 зависимая монооксигеназная система. Реакции 2-ой фазы биотрансформации. Конъюгация с сульфатом, конъюгация с глюкуроновой кислотой, конъюгация с глутатионом и аминокислотами. Реакции метилирования и ацетилирования. Факторы, влияющие на биотрансформацию ксенобиотиков. Экскреция токсикантов.

#### Раздел 10. Основные направления оказания токсико-терапевтической помощи.

Общая характеристика специфической терапии экзогенных интоксикаций. Средства деконтаминации. Характеристика современных антидотов, механизмы их действия. Применение противоядий. Разработка новых антидотов. Антидоты, обезвреживающие яд в желудке. Обезвреживание яда в крови и тканях с помощью антидотов химического (контактного) действия. Предупреждение токсических поражений с помощью антидотов конкурентного типа. Эфферентные методы лечения отравлений. Генетически обусловленные особенности реакций организма на действие токсикантов. Возрастные различия. Влияние массы тела. Влияние беременности. Влияние качества среды обитания на токсичность. Явления, наблюдаемые при длительном воздействии токсикантов. Толерантность, виды толерантности, биологическое значение.

### **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины**

При реализации учебной дисциплины используются следующие формы обучения:

1) *традиционные*: лекции, семинары, лабораторные занятия.

2) *современные интерактивные технологии*: создание проблемных ситуаций, ролевые, деловые игры, интерактивные лекции, дискуссии.

В ходе реализации программы используются следующие образовательные технологии:

- диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие преподавателя и обучаемого; вовлечение в процесс познания максимального количества учащихся, в атмосфере доброжелательности и взаимной поддержки. Для этого на лекциях предполагается использовать систему презентации с демонстрацией отдельных задач виртуального практикума;

- «мини-лекция»;

- тесты, ситуативные задачи, возможность самостоятельной оценки своих знаний.

Занятия лекционного типа по данной дисциплине составляют 41% аудиторных занятий.

На лабораторных занятиях студенты проводят эксперименты, обрабатывают данные, самостоятельно делают выводы. Лабораторные занятия закрепляют теоретические знания и позволяют студенту глубоко изучать механизм применения этих знаний, овладеть умением интеллектуального проникновения в естественно-технические процессы, которые исследуют на лабораторном занятии.

Во время проведения лабораторных занятий используется:

- привлечение специалистов по реализации инструментальных методов анализа;

- разработка «Проекта (схемы) исследования»; приобретение навыков работы на приборах; экскурсии в центры коллективного пользования для знакомства с уникальным оборудованием для решения токсикологических задач; подготовка индивидуальных заданий, подготовка рефератов и докладов на семинарах; привлечение студентов к научной работе на кафедре.

Таким образом, в рамках *практической подготовки* у студентов формируются базовые навыки планирования и организации научного эксперимента, работы на современном лабораторном оборудовании, позволяющем проводить токсикологический и химико-аналитический анализ.

Удельный вес интерактивных форм обучения составляет около 60% аудиторных занятий.

Освоение курса основано на системе текущего и итогового контроля знаний. Текущий контроль знаний необходимо вести при приеме лабораторных и других видов работ и проведении отчета, включающего оценку уровня выполнения, правильности и полноты подготовки домашнего задания.

Самостоятельная работа необходима в процессе изучения курса, она должна проводиться по графику под руководством преподавателя. Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины «Биомолекулярные основы техносферной токсикологии» включает: проработку конспекта лекций; подготовку к лабораторным занятиям; написание реферата по предложенным темам; изучение материалов, выделенных для самостоятельной проработки; выполнение домашнего задания; выполнение индивидуального задания; проработку лекционных материалов по учебникам. В процессе самоподготовки следует ориентироваться на содержание разделов курса.

1-ая часть курса завершается *зачетом*, 2-ая часть – *экзаменом*.

#### **Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины инвалидами и лицами с ОВЗ:**

- использование индивидуальных графиков обучения и сдачи экзаменационных сессий;
- организация коллективных занятий в студенческих группах с целью оказания помощи в получении информации инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья;
- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья;

- для лиц с ограничениями по слуху для облегчения усвоения материала предусматривается максимально возможная визуализация лекционного курса, в том числе широкое использование иллюстративного материала, мультимедийной техники, дублирование основных понятий и положений на слайдах;
- для лиц с ограничениями по зрению предусматривается использование крупномасштабных наглядных пособий.

#### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Реализация данной учебной дисциплины предусматривает следующие формы организации самостоятельной работы студентов:

1) внеаудиторная самостоятельная работа (подготовка к семинарским занятиям и тестированию, написание рефератов, составление словарей используемых терминов, списка персоналий с указанием наиболее важных открытий названных ученых, составление таблиц и схем биологических процессов);

2) аудиторная самостоятельная работа, которая осуществляется под непосредственным руководством преподавателя;

3) творческая работа.

Основная задача организации самостоятельной работы студентов заключается в создании психолого-дидактических условий развития интеллектуальной инициативы и мышления на занятиях любой формы.

Цель самостоятельной работы студентов – научить студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою квалификацию.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов по дисциплине заключается в следующем:

1) подготовка к устному опросу;

2) подготовка к письменным работам;

3) подготовка к выполнению учебных и контрольных тестов;

4) подготовка к выполнению лабораторных работ, темы которых представлены в разделе 6.1 рабочей программы;

5) подготовка и написание рефератов, темы которых представлены в разделе 6.2 рабочей программы (студенту предоставляется право свободного выбора темы);

6) подготовка к текущей и промежуточной аттестации.

Творческая самостоятельная работа – выполнение индивидуальных заданий, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы. Индивидуальное задание может получать как каждый студент, так и часть студентов группы. Темы заданий представлены в разделе 6.3 рабочей программы.

Аудиторная самостоятельная работа реализуется при проведении лабораторных занятий и во время чтения лекций. Самостоятельная работа студентов подкреплена учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций, интернет-ресурсы.

Текущий контроль проводится в ходе проверки и оценки выполнения заданий для самостоятельной работы, он включает устные опросы, письменные работы и тестирование. Промежуточный контроль проводится в форме устного зачета и экзамена. Список вопросов для промежуточной аттестации представлен в разделе 6.5 рабочей программы. Для лиц с ограниченными возможностями здоровья (слабослышащих и др.) текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация может проводиться в письменной форме.

## **6.1. Перечень лабораторных работ к дисциплине**

### **Часть 1. Экотоксикодинамика**

1. Токсические свойства нитратов и нитритов, методы их идентификации в объектах экосистем.
2. Количественное определение нитритов и нитратов в природных водах и питьевой воде.
3. Тяжелые металлы и другие токсические неорганические соединения, их обнаружение в биологических материалах и окружающей среде.
4. Исследование растений на присутствие токсикантов.
5. Влияние солей тяжелых металлов на плазмолиз протоплазмы растительной клетки, на коагуляцию растительных и животных белков, на изменение цвета флавоноидных пигментов цветковых растений.
6. Токсичные органические вещества: характеристика и обнаружение их в окружающей среде.
7. Обнаружение мочевины в объектах окружающей среды.
8. Определение концентрации неионогенных поверхностно-активных веществ (НПАВ) в модельных сточных водах.
9. Определение хлорофоса в кормах методом хроматографирования в тонком слое.

### **Часть 2. Токсикокинетика и токсикометрия**

1. Изучение влияния техногенных загрязнителей на почвенные микроорганизмы и на биохимическую активность почв.
2. Определение фитотоксичности нефтезагрязненных почв методом проростков и по азотобактеру (метод Красильникова).
3. Использование дождевых червей для оценки токсичности техногенно загрязненной почвы.
4. Изучение механизмов действия антидотов различной химической природы.
5. Потенциометрическое определение значений pH и редокс-потенциалов модельных биологических сред (кровь, моча).
6. Пробоподготовка и анализ вещественных доказательств отравления.
7. Определение никотиновой кислоты методом хроматографии в тонком слое.

### **6.2. Темы рефератов**

1. Становление токсикологии на научные основы в России.
2. Молекулярные механизмы воздействия токсикантов на организм.
3. Экстремальные синдромы химической патологии.
4. Экологотоксикологическая оценка химического загрязнения отдельных районов города Саратова.
5. Динамика биоразнообразия в условиях химического загрязнения окружающей среды.
6. Динамика растительных и животных сообществ в зоне воздействия металлургических предприятий.
7. Динамика почвенных сообществ после разливов нефти и нефтепродуктов.
8. Основные концепции экологического нормирования. Виды нормативов.
9. Прогнозирование экологического эффекта воздействия токсических веществ.
10. Цитогенетические исследования популяционного стресса.
11. Экотоксиканты и популяции.
12. Современная трактовка воздействия мутагенов на генофонд популяций.

13. Методические приемы выявления, извлечения и анализа экотоксикантов в объектах окружающей среды.
14. Стабилизация, хранение и транспортировка проб для токсикологического анализа.
15. Применение хроматографических методов в химико-токсикологическом анализе.

### **6.3. Темы индивидуальных заданий:**

1. Антропогенные изменения природных комплексов.
2. Урбозем – почва городской среды.
3. Эродированность почв как индикатор рекреационной активности населения.
4. Загрязненность почв тяжелыми металлами.
5. Определение загрязнения воздуха по содержанию сульфатов в коре деревьев.
6. Определение чистоты воздуха при помощи лишайников.
7. Изучение видового состава газонов и определение роли газонной травы в улучшении микроклимата городов.
8. Аутоэкологические исследования животных и растений.
9. Утилизация твердых бытовых отходов.
10. Эколого-гигиенические проблемы биотехнологических производств.
11. Отравления, их профилактика и терапия. Интоксикация в производственных и бытовых условиях.
12. Химико-токсикологическая характеристика основных представителей алкалоидов, барбитуратов, сердечных гликозидов.
13. Токсины бледной поганки.
14. Седативно-гипнотический эффект. Наркотики.
15. Психодислептический синдром. Психодислептики.

### **6.4. Пример учебного теста**

#### **Выбрать верное:**

1. При взаимодействии нитритов и аминов образуются опасные канцерогены:
  - а) амигдалины
  - б) аминотоксины
  - в) дифениламины
  - г) нитрозамины
2. Диоксид серы в значительных количествах попадает в окружающую среду при работе предприятий:
  - а) деревообрабатывающей промышленности
  - б) цветной металлургии
  - в) заводов синтетического каучука
  - г) заводов по производству фосфорных удобрений
3. Синильная кислота блокирует:
  - а) ферменты углеводного обмена
  - б) белки переноса ионов  $K^+$  через биологические мембраны
  - в) фермент супероксиддисмутазу
  - г) фермент цитохромоксидазу дыхательной цепи
4. При хроническом отравлении кадмием происходит:
  - а) расстройство желудка
  - б) паралич дыхательных мышц

- в) нарушение функции половых органов
  - г) потеря сознания
5. Для качественного определения препаратов ртути используется:
- а) бихромат калия
  - б) йодид меди
  - в) красная кровяная соль
  - г) сульфат аммония
6. Энтеральным называют путь введения токсикантов:
- а) через пищеварительный тракт
  - б) минуя пищеварительный тракт
  - в) через лёгкие
  - г) через кожу
- 7) В желудке человека лучше всасывается:
- а) аминазин (слабое основание)
  - б) эфедрин (слабое основание)
  - в) вода
  - г) фенobarбитал (слабая кислота)
- 8) Экскреция токсикантов и их метаболитов преимущественно происходят в:
- а) соединительной ткани
  - б) почках
  - в) печени
  - г) жировой ткани
- 9) Через мембрану клетки легче проникают вещества:
- А) гидрофильные
  - б) фосфорорганические соединения
  - в) липофильные
  - г) сублингвальные
- 10) Раздел токсикологии, изучающий влияние токсикантов на организм, называют:
- а) токсикодинамика
  - б) экотоксикология
  - в) биофармация
  - г) токсикометрия
- 11) Галогенсодержащие токсичные антисептики это:
- а) фурацилин
  - б) хлорамин Б
  - в) метиленовый синий
  - г) фенол
- 12) Для действия формальдегида характерен токсический эффект:

- а) фотосенсибилизация
  - б) гепатотоксичность
  - в) нарушения кроветворения
  - г) нарушение нормофлоры
- 13) Токсин  $\alpha$ -аманитин содержится в:
- а) мухоморе
  - б) свинушке
  - в) бледной поганке
  - г) спорынье
- 14) 2,3,7,8-тетрахлордibenзо-*p*-диоксин вызывает специфическое заболевание:
- а) кардиогенный шок
  - б) печеночную энцефалопатию
  - в) порфирию
  - г) брадикардию
- 15) Этиловый спирт оказывает действие:
- а) обволакивающее
  - б) наркотическое
  - в) вяжущее
  - г) шоковое
- 16) Метиловый спирт ингибирует фермент:
- а) глутатионпероксидазу
  - б) каталазу
  - в) цитохром P450
  - г) цитохромоксидазу
- 17) Канцерогенными свойствами обладает соединение:
- а) эпоксид бензантрацена
  - б) йодит калия
  - в) оксибутират натрия
  - г) триметазидин
- 18) Раку мочевого пузыря может способствовать соединение:
- а) никотин
  - б) 2-нафтиламин
  - в) бензилпенициллин
  - г) этилморфин

### **6.5. Вопросы для промежуточной аттестации**

#### **Часть 1 Экотоксикодинамика**

1. История токсикологии. Направления в современной токсикологии.
2. Техносферная токсикология как новая область науки об окружающей среде.
3. Предмет, цель и задачи техносферной токсикологии, место в системе наук об окружающей среде. Практическое значение и актуальность экотоксикологических исследований.

4. Основные понятия техносферной токсикологии: загрязнение окружающей среды, поллютант, ксенобиотик, токсикант, токсин, экотоксичность.
5. Ксенобиотический профиль окружающей среды.
6. Типы техногенных загрязнений окружающей среды.
7. Характеристика источников поступления ксенобиотиков в окружающую среду.
8. Распределение ксенобиотиков в абиотических и биотических элементах окружающей среды. Персистирование ксенобиотиков.
9. Абиотическая и биотическая трансформация ксенобиотиков в окружающей среде.
10. Процессы элиминации экотоксикантов, не связанные с трансформацией. Биоаккумуляция и биомагнификация ксенобиотиков.
11. Классификации токсических соединений, поступающих в окружающую среду.
12. Фосфорорганические соединения – ингибиторы холинэстеразы.
13. Токсиканты, блокирующие кислородпередающую функцию крови: метгемоглобинообразователи, угарный газ, гемолитические яды.
14. Синильная кислота и ее соли, блокирующие тканевое дыхание.
15. Приоритетные техногенные загрязнители и особо опасные экотоксиканты. Нефть и нефтепродукты как приоритетные загрязнители.
16. Тяжелые металлы: источники поступления, характер их накопления в экосистемах, токсическое действие.
17. Токсикологическая характеристика тяжелых металлов, относящихся к 1 классу опасности. Способы их определения в объектах экосистем.
18. Токсичные соединения азота, фосфора, серы, источники их поступления в окружающую среду, механизмы токсического действия.
19. Нитраты и нитриты как опасные техногенные загрязнители, их токсическое действие на организм человека.
20. Токсикологическое значение веществ, перегоняемых дистилляцией с водяным паром. Ядовитые галогенпроизводные.
21. Токсиканты: альдегиды и кетоны алифатического ряда.
22. Токсикологическая характеристика спиртов алифатического ряда.
23. Синтетические токсические соединения. Пестициды, классификация, токсикологическая характеристика.
24. Характеристика отдельных представителей хлорорганических и фосфорорганических пестицидов.
25. Диоксины как суперэкоксиканты.
26. Дeterгенты: источники поступления в окружающую среду, их токсичность по отношению к живым организмам.
27. Токсичность кислорода. Активные формы кислорода, озон, свободные радикалы.
28. Перекисное окисление липидов (ПОЛ).
29. Механизмы защиты от токсического действия кислорода. Антиоксидантные ферменты и антиоксидантные витамины.
30. Краткая характеристика токсинов биологического происхождения. Практическое использование.
31. Бактериотоксины: классификация, механизм действия, характеристика отдельных представителей.
32. Токсины плесневых грибов, краткая характеристика. Афлатоксины, эрготоксины, охратоксины, трихотецены.
33. Токсины шляпочных грибов. Аманитины, мускарин, псилоцибин.
34. Фитотоксины, классификация, токсическое действие. Алкалоиды, кумарины, терпеноиды, гликозиды.
35. Зоотоксины как опасные токсиканты.
36. Свойства токсиканта, определяющие его токсичность.
37. Корреляция «структура-токсикологический эффект».



38. Факторы, влияющие на токсичность. Явления, наблюдаемые при длительном воздействии токсикантов. Коергизм ксенобиотиков.

## **Часть 2. Токсикокинетика и токсикометрия**

1. Биосистемы – мишени действия токсикантов.
2. Зависимость «доза-эффект» в токсикологии: на уровне отдельных клеток и органов, на уровне организма.
3. Взаимодействие токсикантов с белками, нуклеиновыми кислотами, липидами, селективными рецепторами.
4. Гонадодепрессивное действие ксенобиотиков.
5. Тератогенное действие ксенобиотиков. Талидомид. Тератогенная эпидемия.
6. Эмбриотоксическое действие ксенобиотиков. Токсические синдромы плода.
7. Механизмы цитотоксичности.
8. Мутагенное действие ксенобиотиков. Определение мутагенности химических веществ. Тест Эймса.
9. Химический канцерогенез.
10. Разнообразие канцерогенных веществ по химической структуре и происхождению. Ароматические амины, нитрозамины, афлатоксины, их метаболизм.
11. Полициклические ароматические углеводороды как опасные канцерогены. Метаболизм бензантрацена в организме.
12. Развитие раковой клетки. Протоонкогены и онкобелки.
13. Иммунотоксичность. Иммуносупрессия и инфекция. Иммуносупрессия и канцерогенез.
14. Общая характеристика токсикантов нервно-паралитического действия и очагов поражения.
15. Лекарственные средства и пестициды с нервно-паралитическим типом токсического действия.
16. Общая характеристика кожно-нарывных отравляющих веществ. Механизм возникновения и развития ипритных поражений.
17. Лекарственные вещества из группы азотистых ипритов.
18. Тиоловые отравляющие вещества и яды: люизит, какодиловая кислота, ртуть, этилмеркурхлорид.
19. Отравляющее вещество ВZ и атропиноподобные препараты.
20. Общая характеристика бытовых наркоманий. Диэтиламид лизергиновой кислоты.
21. Этанол, технические жидкости: метанол и этиленгликоль, их наркотические свойства.
22. Понятие о гигиеническом нормировании. Предельно допустимые концентрации и уровни. Основные токсикологические характеристики.
23. Спектральные методы анализа токсикантов.
24. Хроматографические методы определения токсичных веществ.
25. Биохимические методы определения ядовитых и сильно действующих веществ.
26. Иммунохимические методы анализа ксенобиотиков. Биосенсорный анализ.
27. Биотестирование и биоиндикация. Тест-организмы и тест-функции.
28. Биотестирование с использованием микроорганизмов и простейших.
29. Использование биохимической активности почвы в качестве индикации и тестирования загрязнений.
30. Биотестирование ксенобиотиков на основе микроводорослей и высших растений. Методы определения фитотоксичности.
31. Тест-системы на основе беспозвоночных и позвоночных животных.
32. Транспорт токсичных веществ через клеточные мембраны. Виды транспорта.
33. Пути поступления и абсорбция токсикантов. Пресистемная элиминация.

34. Ингаляционное поступление токсикантов, абсорбция токсикантов через кожу, желудочно-кишечный тракт.
35. Биотрансформация токсикантов. Ферментативные реакции 1-ой фазы биотрансформации: гидролиз и восстановление.
36. Окисление при биотрансформации. Цитохром Р-450 зависимая монооксигеназная система.
37. Реакции метилирования и ацетилирования 2-ой фазы биотрансформации.
38. Ферментативные реакции 2-ой фазы биотрансформации. Глюкуронирование. Сульфатирование.
39. Ферментативные реакции 2-ой фазы биотрансформации: конъюгация с глутатионом и конъюгация с аминокислотами.
40. Факторы, влияющие на биотрансформацию ксенобиотиков.
41. Экскреция токсикантов.
42. Характеристика современных антидотов, механизмы их действия.
43. Применение противоядий. Разработка новых антидотов.
44. Эфферентные методы лечения отравлений.
45. Зависимость реакций организма на действие токсикантов: от возраста, массы тела, беременности, качества среды обитания.
46. Явления, наблюдаемые при длительном воздействии токсикантов. Толерантность, виды толерантности, биологическое значение.

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 – Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
5	10	25	0	30	0	15	20	<b>100</b>
6	12	23	0	30	0	15	20	<b>100</b>

### Программа оценивания учебной деятельности студента

5 семестр

**Лекции** – посещаемость, опрос, активность – от 0 до 10 баллов.

**Лабораторные занятия** – правильность ответов при устном опросе на занятиях, самостоятельность в ходе экспериментальной работы, правильность ее выполнения и оформления – от 0 до 25 баллов.

**Практические занятия** – не предусмотрены

**Самостоятельная работа** – правильность ответов при письменном контроле знаний: выполнение письменных самостоятельных работ, учебных и контрольных тестов – от 0 до 30 баллов.

**Автоматизированное тестирование** – не предусмотрено.

**Другие виды учебной деятельности** – правильность написания рефератов и подготовки индивидуальных заданий с учетом качества выполненных работ, грамотности в оформлении, защиты работ – от 0 до 15 баллов.

Готовность реферата и индивидуального задания – от 0 до 5 баллов.

Оформление реферата и индивидуального задания – от 0 до 5 баллов.

Защита реферата и индивидуального задания – от 0 до 5 баллов.

**Промежуточная аттестация (зачет)** – от 0 до 20 баллов.

Промежуточная аттестация в 5 семестре проводится в устной форме.

Максимальное количество баллов – **20**.

При проведении промежуточной аттестации:

**11-20 баллов** – зачтено

**0-10 баллов** – не зачтено

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за пятый семестр по дисциплине «Биомолекулярные основы техносферной токсикологии» составляет **100** баллов.

Таблица 2.1 – Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Биомолекулярные основы техносферной токсикологии» в оценку (зачет):

51 – 100 баллов	зачтено
0 – 50 баллов	не зачтено

6 семестр

**Лекции** – посещаемость, опрос, активность – от 0 до 12 баллов.

**Лабораторные занятия** – правильность ответов при устном опросе на занятиях, самостоятельность в ходе экспериментальной работы, правильность ее выполнения и оформления – от 0 до 23 баллов.

**Практические занятия** – не предусмотрены

**Самостоятельная работа** – правильность ответов при письменном контроле знаний: выполнение письменных самостоятельных работ, учебных и контрольных тестов – от 0 до 30 баллов.

**Автоматизированное тестирование** – не предусмотрено.

**Другие виды учебной деятельности** – правильность написания рефератов и подготовки индивидуальных заданий с учетом качества выполненных работ, грамотности в оформлении, защиты работ – от 0 до 15 баллов.

Готовность реферата и индивидуального задания – от 0 до 5 баллов.

Оформление реферата и индивидуального задания – от 0 до 5 баллов.

Защита реферата и индивидуального задания – от 0 до 5 баллов.

**Промежуточная аттестация (экзамен)** – от 0 до 20 баллов.

Промежуточная аттестация в 6 семестре проводится в устной форме.

Максимальное количество баллов – **20**.

При проведении промежуточной аттестации:

**16-20 баллов** – ответ на «отлично»

**11-15 баллов** – ответ на «хорошо»

**6-10 баллов** – ответ на «удовлетворительно»

**0-5 баллов** – ответ на «неудовлетворительно».

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за шестой семестр по дисциплине «Биомолекулярные основы техносферной токсикологии» составляет **100** баллов.

Таблица 2.2 – Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов за шестой семестр дисциплины «Биомолекулярные основы техносферной токсикологии» в оценку (экзамен):

91 – 100 баллов	«отлично»
81 – 90 баллов	«хорошо»
61 – 80 баллов	«удовлетворительно»
0 – 60 баллов	«неудовлетворительно»

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) литература:

1. Реховская, Е. О. Экологическая токсикология : Учебное пособие [Электронный ресурс] / Е. О. Реховская. - Омск : Омский государственный технический университет, 2017. - 117 с. Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS.
2. Извекова, Т. В. Основы токсикологии : учебное пособие [Электронный ресурс] / Т. В. Извекова, А. А. Гущин, Н. А. Кобелева. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 152 с. Книга из коллекции ЭБС «Лань».
3. Лебедева, С. Н. Основы токсикологии : учебное пособие [Электронный ресурс] / Лебедева С.Н. - Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. - 64 с. Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS.
4. Марченко, Б. И. Экологическая токсикология : Учебное пособие [Электронный ресурс] / Б. И. Марченко. - Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2017. - 103 с. Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS.
5. Практикум по основам токсикологии [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Сост. Е. В. Плешакова, С. А. Коннова, А. А. Галицкая. - Саратов, 2015. - 70 с. (дата размещения: 20.10.2015).
6. Панкратов, А. Н. Реакции окисления-восстановления в окружающей среде : учебное пособие / А. Н. Панкратов, И. М. Учаева ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского", Институт химии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.", Физико-технический институт. - Москва : Перо, 2020. - 255 с.
7. Ветошкин, А. Г. Технологии защиты окружающей среды от отходов производства и потребления : учебное пособие / А. Г. Ветошкин. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2016. - 303 с.
8. Тетельмин, В. В. Основы экологического мониторинга : учебное пособие / В. В. Тетельмин, В. А. Язев. - Долгопрудный : Издательский дом "Интеллект", 2013. - 253 с.
9. Акинин, Н. И. Промышленная экология: принципы, подходы, технические решения: учебное пособие / Н. И. Акинин. - 2-е изд., испр. и доп. - Долгопрудный : Интеллект, 2011. - 310 с.
10. Другов, Ю. С. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов : практическое руководство / Ю. С. Другов, А. А. Родин. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 469 с.
11. Тетельмин, В. В. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе : учебное пособие / В. В. Тетельмин, В. А. Язев. - 2-е изд. - Долгопрудный : Издательский дом "Интеллект", 2011. - 351 с.

### б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. ОС Windows (лицензионное ПО) или ОС Unix/ Linux (свободное ПО)
2. Microsoft Office (лицензионное ПО) или Open Office, LibreOffice (свободное ПО)
3. Браузеры Internet Explorer, Google Chrome, Opera и др. (свободное ПО)
4. Зональная научная библиотека имени В.А. Артисевич СГУ имени Н.Г. Чернышевского <http://library.sgu.ru>
5. Электронные учебники и пособия (<http://www.informika.ru/> <http://center.fio.ru/>)
6. Электронная библиотека учебно-методической литературы. – URL: <http://www.library.sgu.ru eLIBRARY.RU>



7. Издательство «Лань» [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: <http://e.lanbook.com/>
8. Znanium.com [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: <http://znanium.com>
9. Издательство «Юрайт» [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: <http://biblio-online.ru>
10. BOOK.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: <http://book.ru>
11. Иваненко Н.В. Экологическая токсикология. Учеб. пособие. Владивосток: Издательство ВГУЭС, 2006. – [http://abc.vvsu.ru/Books/ecolog\\_tocsicolog/](http://abc.vvsu.ru/Books/ecolog_tocsicolog/)
12. Куценко С.А. Основы токсикологии: Разделы: токсикометрия, токсикокинетика, токсикодинамика, экотоксикология и др.: Учеб. пособие для мед вузов Санкт-Петербурга, 2002. – <http://www.medline.ru/public/monografy/toxicology/>
13. Крамаренко В.Ф. Токсикологическая химия. Учеб. пособие. Киев: Вища школа, Головное изд-во, 1989. – <http://www.xumuk.ru/toxicchem/>

### 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий, рабочие места, оснащенные аудиовизуальными средствами (мультимедийным демонстрационным комплексом). Для реализации данной рабочей программы используются аудитории (кабинеты), оборудованные меловыми досками, аудиовизуальными средствами и мультимедийными демонстрационными комплексами. Доступ студентов к Интернет-ресурсам обеспечивается залом открытого доступа к Интернет-ресурсам в научной библиотеке СГУ.

Для проведения дисциплины «Биомолекулярные основы техносферной токсикологии» в Зональной научной библиотеке СГУ имеется в необходимом количестве литература.

На кафедре для проведения занятий имеются: лабораторная посуда и реактивы, спектрофотометр LEKI SS2107UV, фотоэлектроколориметры (2 шт.), центрифуги на 7000 об/мин и 15 тыс. об/мин, аналитические и торсионные весы, рН-метры, термостаты (2 шт.), сушильные шкафы (2 шт.), холодильники (2 шт.), аквадистиллятор, вытяжные шкафы, микробиологический бокс, роторный испаритель, паровой стерилизатор, камеры для электрофореза.

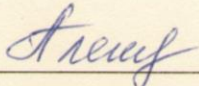
Все указанные помещения соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности и охраны труда при проведении учебных, научно-исследовательских и научно-производственных работ.

В рамках *практической подготовки* формирование и развитие профессиональных навыков обучающихся происходит на базе учебной лаборатории биохимии биологического факультета СГУ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавриата 06.03.01 Биология.

Автор:

Профессор кафедры биохимии и биофизики, д.б.н.

 Е.В. Плешакова

Программа одобрена на заседании кафедры биохимии и биофизики от «05» июня 2023 года, протокол № 14.