

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра химии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.1 Экотоксикология»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

04.03.01 Химия

(код и наименование направления подготовки)

Нефтехимия

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2023

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.1 Экотоксикология» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра химии

наименование кафедры

протокол № 5 от «12» 01 2023.

Заведующий кафедрой

Кафедра химии

наименование кафедры



подпись

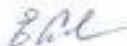
Е.В. Сальникова

расшифровка подписи

Исполнители:

Заведующий кафедрой химии

должность



подпись

Е.В. Сальникова

расшифровка подписи

Старший преподаватель

должность



подпись

Е.А. Осипова

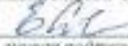
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

04.03.01 Химия

код наименование



личная подпись

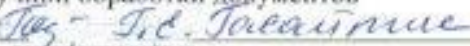
Е.В. Сальникова

расшифровка подписи

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов



личная подпись



расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись



А.Н. Сизенцов

расшифровка подписи

№ регистрации 192922

© Сальникова Е.В., 2023

© Осипова Е.А., 2023

© ОГУ, 2023

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: формирование у обучающихся системы знаний об экотоксикантах и их действии на живые организмы, выработка практических навыков обнаружения и выявления экотоксикантов в природных средах.

Задачи:

- изучение основных классов веществ, загрязняющих природные экосистемы;
- исследование действия токсических веществ на биологические системы организменного, популяционного и биоценотического уровней;
- получение теоретических сведений о поступлении, трансформации, и удалении экотоксикантов из объектов окружающей среды;
- исследование динамики изменений биологических параметров популяций и сообществ в условиях токсикологического стресса;
- ознакомление с методами биоиндикации и биотестирования, экологического нормирования, химико-аналитическими методами контроля содержания экотоксикантов в объектах окружающей среды.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.17 Аналитическая химия, Б1.Д.Б.25 Химические основы биологических процессов*

Постреквизиты дисциплины: *Б2.П.В.П.2 Преддипломная практика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1-В-2 Осуществляет критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников	Знать: - философские основы познания и логического мышления; - методы научного познания, в том числе методы системного анализа, для решения поставленных задач. Уметь: - применять методы сбора, хранения, обработки, передачи, анализа и синтеза информации с использованием

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		компьютерных технологий; -критически анализировать информацию, полученную из разных источников <u>Владеть:</u> - философским понятийным аппаратом, методами системного анализа для решения поставленных задач
ПК*-1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	ПК*-1-В-3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР ПК*-1-В-4 Готовит объекты исследования	<u>Знать:</u> - технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности - способы отбора проб и этапы их пробоподготовки <u>Уметь:</u> - выбирать из доступных технических средств и методов испытаний наиболее подходящие для решения исследовательских задач исходя из временных затрат и трудоемкости; - осуществлять подготовку проб объектов исследования <u>Владеть:</u> - способностью выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения поставленных задач, в том числе НИР - навыками подготовки объектов к исследованию

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	8 семестр	всего
Общая трудоёмкость	144	144
Контактная работа:	60,25	60,25
Лекции (Л)	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: - написание реферата; - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к коллоквиумам; - подготовка к рубежному контролю)	83,75	83,75
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	зачет	

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Предмет и задачи экотоксикологии	14	2			12
2	Основные токсиканты в природных средах (почве, воде, воздухе)	30	4		14	12
3	Источники токсикантов	26	4		10	12
4	Поведение токсикантов в природных сферах и живых организмах	20	4		4	12
5	Уровни загрязнения среды токсикантами	18	4			14
6	Методы контроля содержания токсикантов в природных средах	24	4		8	12
7	Пути снижения воздействия токсикантов на природные объекты	12	2			10
	Итого:	144	24		36	84
	Всего:	144	24		36	84

4.2 Содержание разделов дисциплины

№ раздела 1 Предмет и задачи экотоксикологии

Экотоксикология. История развития. Предмет и главные задачи экотоксикологии. Связь с другими науками: токсикологией, популяционной экологией, экологической химией, мониторингом окружающей среды, экологической экспертизой, охраной окружающей среды, аналитической химией. Основные понятия экотоксикологии: «загрязнение окружающей среды», поллютант, ксенобиотик. Ксенобиотический профиль среды. Токсикант. Проблема определения яда. Основные токсикометрические характеристики. Превращения токсичных веществ в окружающей среде. Абиотическая и биотическая трансформация. Концентрация и доза яда. Пороги физиологического и токсикологического действия. Летальная концентрация, доза. Зона острого, хронического, специфического действия токсиканта. Кумуляция токсиканта, коэффициент кумуляции. ПДК. ПДД. Токсичность и опасность ядов. Классификация ядов по степени токсичности и опасности. «Коэффициенты запаса».

№ раздела 2 Основные токсиканты в природных средах (почве, воде, воздухе)

Введение и общая классификация поллютантов. Понятие экотоксиканта. Источники поступления. Глобальные и локальные токсиканты. Токсиканты в атмосфере (воздушная среда). Специфика среды. Газообразные приоритетные загрязнители. Взвешенные частицы. Озон. Токсиканты в гидросфере (водная среда). Специфика среды. Нефть и нефтепродукты. Синтетические поверхностно-активные веществ (СПАВ). Пестициды и агрохимикаты. Специфические поллютанты. Токсиканты в литосфере (почвенная среда). Специфика среды. Тяжелые металлы. Кислые и щелочные компоненты. Промышленные отходы. Межсредовые переходы. Круговорот токсикантов.

№ раздела 3 Источники токсикантов

Введение и общая классификация источников. Понятие источника экотоксикантов (естественные и антропогенные). Пространственная классификация. Временной режим.

Естественные (природные) источники токсикантов (Вулканическая активность, Геохимические провинции, Биогенные источники). Антропогенные источники: Промышленность и Энергетика. Черная и цветная металлургия. Химическая и нефтехимическая промышленность. Горнодобывающая промышленность. Транспорт и Сельское хозяйство. Коммунально-бытовой сектор и Военная деятельность.

№ раздела 4 Поведение токсикантов в природных сферах и живых организмах

Экокинетика и токсикокинетика. Факторы, определяющие поведение токсиканта. Поведение токсикантов в абиотических сферах (Экокинетика). Процессы миграции и перераспределения. Процессы абиотической трансформации. Переход токсикантов из среды в биоту. Биодоступность. Процессы накопления (Биоконцентрирование, Биоаккумуляция, Биомагнификация (биоувеличение). Судьба токсикантов внутри организма (Токсикокинетика). Пути поступления. Распределение и депонирование. Биотрансформация (метаболизм ксенобиотиков). Экскреция (выведение).

№ раздела 5 Уровни загрязнения среды токсикантами

Понятие об уровнях и масштабах загрязнения. Терминология: «Норма», «Загрязнение», «Критический уровень», «Экологическое бедствие». Классификация загрязнений по пространственному масштабу (локальный уровень, региональный уровень, глобальный уровень). Фоновое загрязнение и точка отсчета. Естественный (природный) фон. Глобальный фоновый уровень. Критерии антропогенного вклада. Нормативные уровни загрязнения (Гигиенический подход). Система ПДК (Предельно допустимых концентраций). Критерии ВЗ и ЭВЗ (Высокого и Экстремально высокого загрязнения). Экологические уровни загрязнения (Экосистемный подход). Концепция критических нагрузок. Зонирование территорий по степени экологического неблагополучия. Интегральные показатели уровней загрязнения. Комплексные индексы: *Атмосфера*: ИЗА (Индекс загрязнения атмосферы). *Гидросфера*: ИЗВ (Индекс загрязнения вод), УКИЗВ (Удельный комбинаторный индекс загрязнения вод). *Литосфера*: Суммарный показатель загрязнения почв тяжелыми металлами.

№ раздела 6 Методы контроля содержания токсикантов в природных средах

Система экологического контроля и аналитического мониторинга. Цели контроля. Структура аналитического контроля. Классификация методов. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. Хроматографические, спектральные, спектрометрические и электрохимические методы.

Стадия пробоотбора и пробоподготовки как критический этап. Правила отбора репрезентативных проб (воды, воздуха, почвы, биоматериала). Методы концентрирования и экстракции токсикантов: твердофазная экстракция (ТФЭ), жидкостно-жидкостная экстракция, микроволновое разложение почв. Ошибки на этапе пробоподготовки и их влияние на конечный результат.

Биологические методы контроля. Биотестирование (лабораторный метод): определение токсичности сред с помощью стандартных тест-объектов (дафнии, инфузории, люминесцентные бактерии, кресс-салат); преимущество: оценка *интегральной* токсичности смеси веществ без необходимости идентифицировать каждый компонент. Биоиндикация (полевой метод): оценка состояния среды по наличию, обилию или поведению организмов-индикаторов в естественной среде (лихеноиндикация воздуха, индекс Майера для оценки чистоты водоемов). Биомаркеры: использование биохимических и физиологических ответов организмов (например, ингибирование ацетилхолинэстеразы пестицидами, индукция металлотионеинов тяжелыми металлами).

Сравнительный анализ и интеграция методов. Плюсы и минусы химического анализа (точный, но дорогой; не учитывает синергизм) и биологического анализа (быстрый, интегральный, но не называет конкретное вещество). Концепция сопряженного (химико-биологического) мониторинга.

№ раздела 7 Пути снижения воздействия токсикантов на природные объекты

Стратегия защиты окружающей среды. Иерархия подходов к снижению экотоксикологической нагрузки (предотвращение образования токсикантов (самый эффективный путь), минимизация выделения и локализация в источнике, очистка отходящих газов, сточных вод и рекультивация почв).

Концепция наилучших доступных технологий (НДТ) как основа современной экологической политики. Технологические и инженерные методы предотвращения загрязнения. Зеленая химия (Green Chemistry): разработка экологически безопасных химических процессов и продуктов. Замена опасных растворителей и реагентов на нетоксичные аналоги.

Модернизация производств: внедрение замкнутых циклов водоснабжения (нулевой сброс сточных вод), переход на альтернативные виды топлива (водородная энергетика, ВИЭ) и сырья, замена стойких пестицидов в сельском хозяйстве на биологические методы защиты растений (энтомофаги, биопрепараты).

Методы очистки эмиссий в источнике (Локализация). Снижение воздействия на атмосферу: механическая очистка: циклоны, тканевые фильтры (улавливание пыли и частиц PM_{2.5}/PM₁₀, на которых адсорбированы тяжелые металлы). Химическая и физико-химическая очистка: скрубберы, абсорберы, каталитическое дожигание (нейтрализация (SO_x, NO_x), диоксинов и летучих органических соединений). Снижение воздействия на гидросферу: механические и физико-химические методы: отстаивание, флотация, коагуляция (удаление нефтепродуктов, взвесей). Химические методы: нейтрализация кислых/щелочных стоков, окисление (озонирование, хлорирование) стойкой органики; биологическая очистка: аэротенки, метантенки (разложение органических экотоксикантов с помощью активного ила и бактерий).

Методы санации и рекультивации загрязненных сред (In-situ и Ex-situ). Рекультивация загрязненных почв: физико-химические методы: промывка почв, термическая десорбция, витрификация (остекловывание радиационных отходов). Биоремедиация: использование аборигенной или специализированной микрофлоры для деструкции углеводородов (нефти); фиторемедиация: применение растений для очистки сред. Фитоэкстракция — накопление тяжелых металлов в надземной части растений с последующим скашиванием и сжиганием. Фитостабилизация — перевод токсикантов в малоподвижную, безопасную форму в корневой зоне. Восстановление водных объектов: аэрация водоемов, известкование закисленных озер, сорбционная очистка донных отложений.

Административно-управленческие и правовые инструменты. Экологическое нормирование: установление жестких квот на выбросы/сбросы (ПДВ, НДС) и лимитов на размещение отходов. Экономические механизмы: система штрафов за сверхнормативное загрязнение, налоговые льготы для предприятий, внедряющих экотехнологии. Международные соглашения: Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях, Минаматская конвенция по ртути.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Анализ тяжёлых металлов в биоматериале: экотоксикологическая оценка	8
2	2	Определение летучих экотоксикантов газохроматографическим методом с изолированием дистиляцией	6
3	3	Определение неорганических экотоксикантов (нитриты, нитраты, кислоты, щёлочи) методом водной экстракции	6
4	3	Определение фармацевтических экотоксикантов методом тонкослойной хроматографии после экстракции и сорбции	4
5	4	Анализ распространения и трансформации пестицидов в экосистемах.	4
6	6	Экстракционное и сорбционное изолирование пестицидов из различных объектов исследования	6

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
7	6	Экотоксикологический контроль содержания загрязняющих веществ, не требующих специальных методов изоляции. Выявление экотоксикантов без применения сложных методов изолирования	2
		Итого:	36

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Баширов, В. Д. Практикум по промышленной токсикологии [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки 280700.68 Техносферная безопасность / В. Д. Баширов, В. В. Быстрых; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 0.67 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2013. - 106 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/4026_20140109.pdf

2. Тарасова, Т. Ф. Техногенные системы и экологический риск [Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 04.03.01 Химия и по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия / Т. Ф. Тарасова, Е. В. Сальникова; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ, 2024. - ISBN 978-5-7410-3294-7. - 117 с.

Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/208219_20240624.pdf

3. Тарасова, Т. Ф. Экологический мониторинг [Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 05.03.06 Экология и природопользование, 20.03.01 Техносферная безопасность, 05.04.06 Экология и природопользование, 20.04.01 Техносферная безопасность / Т. Ф. Тарасова; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 1.02 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2022. - 136 с. -. - Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/172020_20220627 - ISBN 978-5-7410-2835-3](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/172020_20220627_-_ISBN_978-5-7410-2835-3).

5.2 Дополнительная литература

1. Тарасова, Т.Ф. Техногенные системы и экологический риск [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлениям подготовки 04.03.01 Химия, 20.03.01 Техносферная безопасность / сост.: Т. Ф. Тарасова, Е. В. Сальникова; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. химии. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 0.42 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2022. - 43 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/166957_20220609.pdf

2. Гарицкая, М. Ю. Мониторинг почв [Электронный ресурс] : практикум для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 05.03.06 Экология и природопользование, 20.03.01 Техносферная безопасность и 20.04.01 Техносферная безопасность / М. Ю. Гарицкая, А. А. Шайхутдинова, Т. Ф. Тарасова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 1.27 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2017. - 138 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0 - ISBN 978-5-7410-1805-7. - № гос. регистрации 0321900034. Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/47330_20170704.pdf

3. Тарасова, Т.Ф. Мониторинг атмосферного воздуха и почвенного покрова: методические указания к лабораторному практикуму /Т.Ф. Тарасова, Л.Г. Гончар, Г.В. Зинюхин. - Оренбург: Изд-во ОГУ, 2003.- 58 с.

4. Токсикологическая химия [Текст] : учеб. пособие для вузов / Е. В. Сальникова [и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : Университет, 2012. - 229 с. : ил. - Библиогр.: с. 212- 216. - Прил.: с. 217-228. - ISBN 978-5-4417-0100-6.

5. Реховская, Е. О. Методы диагностирования токсических эффектов в природных средах : учебное пособие : [16+] / Е. О. Реховская, И. Ю. Нагибина ; Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2020. – 156 с.– Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682333> (дата обращения: 27.04.2026). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8149-3038-5.

6. Нагибина, И. Ю. Оценка, контроль и прогнозирование изменений состояния окружающей среды : учебное пособие : [16+] / И. Ю. Нагибина, Е. О. Реховская ; Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2020. – 148 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682317> (дата обращения: 27.04.2026). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8149-3072-9.

5.3 Периодические издания

- 1 Экология : журнал. - Москва : Академиздатцентр "Наука" РАН.
- 2 Экология и промышленность России : журнал. - Москва : Агентство "Роспечать".
- 3 Экология производства : журнал. - Москва : Агентство "Роспечать".

5.4 Интернет-ресурсы

- 1 <http://elementy.ru/news?theme=1549629> - Новости науки на «Элементах»: биология, физика, химия, астрономия и другие естественные науки
- 2 <http://www.cepl.rssi.ru/> - Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов
- 3 Электронно-библиотечная система <http://www.biblioclub.ru> - сайт ЭБС «Университетская библиотека online»;
- 4 Учебники, справочники, методики, журналы по аналитической химии: www.anchem.ru/

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Пакет офисных приложений LibreOffice
2. Программная система для организации видео-конференц-связи Webinar.ru
3. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2023]. – Режим доступа в сети ОГУ для установки системы: \\fileserv1\GarantClient\garant.exe
4. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2023]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: \\fileserv1\!CONSULT\cons.exe
5. <http://edu.garant.ru/garant/study/> - Интернет-версия ГАРАНТ-Образование, Система ГАРАНТ для студентов, аспирантов и преподавателей
6. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - <http://aist.osu.ru>.
7. ANCHEM.RU [Электронный ресурс] : Учебники, справочники, методики, журналы по аналитической химии. – Режим доступа : www.anchem.ru/

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения (мультимедийный проектор с ноутбуком), служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специализированные лаборатории, оснащенные оборудованием, химической посудой и реактивами.

Приборы и оборудование: кондуктометр «Мультитест КСП-1», хроматограф «Кристалл», центрифуга, весы аналитические, рН метр, фотоколориметр, система капиллярного электрофореза «Капель -105», полярограф ПП-1, флюорат, Spectroskan.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.