Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

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 2026

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

Кафедра химии
наименование кафедры

протокол № 6 от «03» 02 2026 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра химии — подпись — Е.В. Сальникова
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
Заведующий кафедрой
химии — подпись — Е.В. Сальникова
должность *подпись* *расшифровка подписи*

Доцент — подпись — Е.А. Осипова
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
04.03.01 Химия — личная подпись — Е.В. Сальникова
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
главный библиограф — личная подпись — Т.Е. Гасайтис
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
химико-биологического — личная подпись — А.Н. Сизенцов
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации 192915

© Сальникова Е.В., 2026
Осипова Е.А., 2026
© ОГУ, 2026

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 **Владеть:** - 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	**Знать:** - технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности - способы отбора проб и этапы их пробоподготовки **Уметь:** - 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 **Владеть:** - 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:	**84,25**	**84,25**
Лекции (Л)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	48	48
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)*	**59,75**	**59,75**
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	10	4			6
2	Основные токсиканты в природных средах (почве, воде, воздухе)	36	4		22	10
3	Источники токсикантов	24	4		12	8
4	Поведение токсикантов в природных сферах и живых организмах	22	6		6	10
5	Уровни загрязнения среды токсикантами	12	6			6
6	Методы контроля содержания токсикантов в природных средах	24	6		8	10
7	Пути снижения воздействия токсикантов на природные объекты	16	6			10
	Итого:	144	36		48	60
	Всего:	144	36		48	60

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 PM2.5/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: ф*изико-химические методы*: промывка почв, термическая десорбция, витрификация (остекловывание радиационных отходов). Б*иоремедиация*: использование аборигенной или специализированной микрофлоры для деструкции углеводородов (нефти); ф*иторемедиация*: применение растений для очистки сред. Ф*итоэкстракция* — накопление тяжелых металлов в надземной части растений с последующим скашиванием и сжиганием. Ф*итостабилизация* — 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	12
2	2	Определение летучих экотоксикантов газохроматографическим методом с изолированием дистилляцией	10
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	6
5	4	Анализ распространения и трансформации пестицидов в экосистемах.	6
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:	48

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.

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. Операционная система РЕД ОС.
2. Пакет офисных приложений «МойОфис Образование»
3. Для работы с ресурсами Интернет - веб-браузер Яндекс https://yandex.ru/..
4. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2026]. – Режим доступа в сети ОГУ http://garant.net.osu.ru
5. 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.

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, pH метр, фотоколориметр, система капиллярного электрофореза «Капель -105», полярограф ПИ-1, флюорат, Spectroskan.

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