

**Министерство образования Республики Беларусь**  
**Учебно-методическое объединение по естественнонаучному образованию**  
**Учебно-методическое объединение по экологическому образованию**

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель Министра образования  
Республики Беларусь

 А. М. Жук

30

Регистрационный № ТД- Б. 422/тип.



**Ксенобиология**

**Типовая учебная программа**  
**для учреждений высшего образования по специальностям:**  
**1-31 01 01 Биология (по направлениям);**  
**1-33 01 01 Биоэкология**


**СОГЛАСОВАНО**

Председатель Учебно-методического  
объединения по естественно-  
научному образованию

 А. Л. Толстик

20 10 2011 г.

Председатель Учебно-методического  
объединения по экологическому  
образованию


 С. П. Кундас

10 10 2011 г.



**СОГЛАСОВАНО**

Начальник Управления высшего и  
среднего специального образования  
Министерства образования  
Республики Беларусь

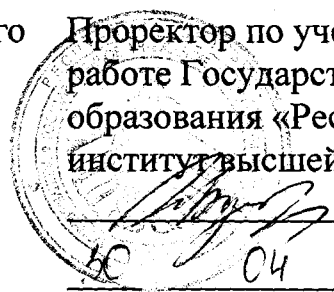
 С. И. Романюк

30 05 2012 г.

Проректор по учебной и воспитательной  
работе Государственного учреждения  
образования «Республиканский  
институт высшей школы»

 В. И. Шупляк


30 04 2012 г.



Эксперт-нормоконтролер

 С. М. Артемьева

30 04 2012 г.

 Н. В. Сербен

Минск 2012

## **СОСТАВИТЕЛЬ:**

Владимир Михайлович Юрин, профессор кафедры физиологии и биохимии растений Белорусского государственного университета, доктор биологических наук, профессор

## **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра экологической и молекулярной генетики Учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова»;

Владимир Николаевич Решетников, заведующий отделом биохимии и биотехнологии растений Государственного научного учреждения «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси», академик Национальной академии наук Беларуси, доктор биологических наук, профессор

## **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:**

Кафедрой физиологии и биохимии растений Белорусского государственного университета (протокол № 3 от 15 сентября 2011 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 30 сентября 2011 г.);

Научно-методическим советом по биологии, биохимии и микробиологии Учебно-методического объединения по естественнонаучному образованию (протокол № 12 от 11 октября 2011 г.);

Научно-методическим советом по биоэкологии и геоэкологии Учебно-методического объединения по экологическому образованию (протокол № 2 от 17 октября 2011 г.)

Ответственный за редакцию: Владимир Михайлович Юрин

Ответственный за выпуск: Владимир Михайлович Юрин

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Типовая учебная программа по дисциплине «Ксенобиология» составлена в соответствии с требованиями образовательных стандартов высшего образования первой ступени по специальностям 1-31 01 01 «Биология (по направлениям)» и 1-33 01 01 «Биоэкология».

Стремительные темпы развития современного промышленного производства, химизация народного хозяйства ведут к появлению во внешней среде большого количества разнообразных химических соединений, постоянно загрязняющих биосферу и пагубно влияющих на живую природу.

В силу различных причин многие химические вещества, поступающие и ранее не встречающиеся в организме, получили название чужеродных, или ксенобиотиков. К таким веществам относятся синтетические и природные лекарственные препараты, пестициды, промышленные яды, отходы производств, пищевые добавки, косметические средства и прочие.

В соответствующих разделах курса «Ксенобиология» рассматривается проблема избирательности действия ксенобиотиков, связи структура-активность, что имеет первостепенное значение в процедурах целенаправленного синтеза химических соединений с заданными свойствами. Следует подчеркнуть, что ксенобиология включена в перечень приоритетных научных направлений и является весьма перспективной.

Программа курса составлена с учетом междисциплинарных связей и программ по смежным курсам химического и биологического профиля («Биохимия», «Биофизика», «Генетика», «Молекулярная биология» и др.).

Цель курса – сформировать у студентов целостную систему знаний о действии ксенобиотиков на физиолого-биохимические процессы на разных уровнях организации живых систем.

В задачи дисциплины входит изучение структурных и функциональных свойств основных классов чужеродных веществ, механизмов регуляции их поступления, выведения, распространения, превращения, вызываемых ими биологической реакции, а также систем биологического тестирования и их использования в экологическом мониторинге.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

**знать:**

- основные понятия, термины и механизмы биологического действия ксенобиотиков;
- методы оценки биологической активности и безопасности ксенобиотиков;
- новейшие достижения в области ксенобиологии и перспективы их использования при целенаправленном синтезе химических соединений;

**уметь:**

- использовать основные закономерности действия ксенобиотиков в экологической деятельности;
- использовать методы теоретического и экспериментального исследований в биологии;
- осуществлять поиск и систематизировать научную информацию по отдельным разделам ксенобиологии.

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения, реализуемые на лекционных и лабораторных занятиях;
- компетентностный подход, реализуемый на лекциях, лабораторных занятиях и при организации самостоятельной работы студентов;
- учебно-исследовательская деятельность, реализуемая на лабораторных занятиях;
- рейтинговая и блочно-модульная система оценки знаний.

При чтении лекционного курса необходимо применять технические средства обучения для демонстрации в виде слайдов, презентаций и наглядные материалы в виде таблиц и схем.

Для изучения предмета «Ксенобиология», подготовки к лабораторным занятиям и промежуточным зачетам (КСР) студентам рекомендуется использовать учебники, перечисленные в разделе «Литература: основная». Для более углубленной подготовки предлагается список дополнительной литературы, включающий учебные пособия, литературу, связанную с вопросами ксенотоксикологии, экологии и др. Для организации самостоятельной работы студентов по курсу необходимо использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, методические указания к лабораторным занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

Теоретические положения лекционного курса развиваются и закрепляются на лабораторных занятиях, при выполнении которых студенты приобретают навыки анализа закономерностей, происходящих под действием ксенобиотиков.

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего и итогового контроля знаний. Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование накопительной рейтинговой системы.

Программа рассчитана максимально на 156 часов, в том числе 54 часа аудиторных: 30 – лекционных, 24 – лабораторных занятий.

## ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ тем	Наименование тем	Аудиторные часы		
		Всего	Лекции	Лабораторные занятия
1.	Введение в предмет	2	2	
2.	Биологическая активность чужеродных соединений	12	4	8
3.	Взаимодействие ксенобиотиков с биологическими мембранами	10	6	4
4.	Поступление и выведение ксенобиотиков	2	2	
5.	Биотрансформация органических ксенобиотиков	6	2	4
6.	Неорганические ксенобиотики	2	2	
7.	Биоаккумуляция ксенобиотиков	6	2	4
8.	Избирательность действия ксенобиотиков	2	2	
9.	Поведение ксенобиотиков в экосистемах	4	4	
10.	Тестирование биологической активности ксенобиотиков	8	4	4
<b>ИТОГО:</b>		<b>54</b>	<b>30</b>	<b>24</b>

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### 1. ВВЕДЕНИЕ В ПРЕДМЕТ

Масштабы и причины химического загрязнения биосферы. Основные типы глобального химического загрязнения, их токсикологическая и экологическая характеристики. Предмет ксенобиологии. Основные проблемы и задачи современной ксенобиологии. Связь ксенобиологии с другими науками. Объекты ксенобиологии. Виды ксенобиотиков.

### 2. БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЧУЖЕРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

История поиска биологически активных веществ. Формирование представлений о биологической активности веществ, разнообразие видов и классификация ксенобиотиков по видам биологической активности. Понятие о токсическом действии ксенобиотиков; приемы классификации. Ионизация, ее природа, константа и степень ионизации, связь с биологической активностью веществ. Соотношение между структурой и

биологической активностью ксенобиотиков (химикобиологические закономерности). Роль биологически активных веществ в будущем и прогнозы их использования.

### **3. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КСЕНОБИОТИКОВ С БИОЛОГИЧЕСКИМИ МЕМБРАНАМИ**

Плазматическая мембрана - первичная мишень действия ксенобиотиков. Концепция рецепторов. Типы мембранотропности ксенобиотиков и химические связи, определяющие взаимодействие ксенобиотика с мембраноактивными структурами. Адсорбция. кооперативность связывания. Модель «биофазы». Многоканальная система передачи сигнала. Особенности мембранотропных эффектов и развитие реакции на действие поверхностно-активных веществ. Антагонизм и синергизм

### **4. ПОСТУПЛЕНИЕ И ВЫВЕДЕНИЕ КСЕНОБИОТИКОВ**

Механизмы транспорта: пассивная и облегченная диффузия, активный перенос, редокс-цепи, пиноцитоз и фагоцитоз. Структурное строение отдельных транспортных систем биологических мембран (канал, переносчик, помпа). Проницаемость мембран к различным веществам. Коэффициенты проницаемости и распределения. Влияние ксенобиотиков на барьерно-транспортные свойства мембраны и физико-химические характеристики цитоплазмы. Пути поступления и выведения ксенобиотиков.

### **5. БИОТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ КСЕНОБИОТИКОВ**

Общая схема процесса биотрансформации. Основные реакции метаболизма ксенобиотиков: окисление, восстановление, гидролиз, дегалогенирование, конъюгация. Принципы функционирования ферментативных систем. Характеристика ферментов, катализирующих метаболизм ксенобиотиков. Особенности ферментов, участвующих в реакциях окисления. Факторы, влияющие на метаболизм ксенобиотиков. Особенности метаболизма ксенобиотиков у различных организмов.

### **6. НЕОРГАНИЧЕСКИЕ КСЕНОБИОТИКИ**

Металлы в живых системах и их биоцидные эффекты. Двухфазность реакции на действие тяжелых металлов. Хелатообразование и снижение токсических эффектов. Количественные аспекты связывания металлов лигандами. Перспективы применения хелатообразующих соединений.

Примеры биотрансформации неорганических соединений (неорганическая ртуть, цианиды, арсенаты и др.).

## **7. БИОАККУМУЛИРОВАНИЕ КСЕНОБИОТИКОВ**

Коэффициенты накопления. Одно- и многокомпарментные системы. Однократное и многократное дозирование. Факторы, влияющие на аккумуляцию ксенобиотиков организмами (устойчивость, площадь поверхности, распределение веществ, биологические эффекты, цепь питания), классификация, характеристика.

## **8. ИЗБИРАТЕЛЬНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ КСЕНОБИОТИКОВ**

Определение понятия избирательности. Факторы, определяющие избирательность: различия в распределении, биохимические и цитологические. Характеристика основных механизмов, обеспечивающих функционирование факторов избирательности. Избирательное действие и успехи применения избирательно токсических агентов.

## **9. ПОВЕДЕНИЕ КСЕНОБИОТИКОВ В ЭКОСИСТЕМАХ**

Судьба ксенобиотиков в биогеоценозах. Роль физико-химических факторов в превращениях ксенобиотиков в окружающей среде. Персистентные и неразлагающиеся ксенобиотики. Экологическая опасность биоразрушаемых и остатков неразложившихся ксенобиотиков, опасность сублетальных концентраций.

## **10. ТЕСТИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ КСЕНОБИОТИКОВ**

Общие представления о скрининге и мониторинге. Структурная организация системы испытания ксенобиотиков на биологическую активность. Выбор тест-объектов и тест-реакций. Принцип биологического эпиморфизма. Разработка основ промышленного, сельскохозяйственного и экологического видов мониторинга на основе техники биологического испытания ксенобиотиков.

## **ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **ЛИТЕРАТУРА**

#### Основная

1. *Альберт А.* Избирательная токсичность / А. Альберт. М.: Медицина (в двух томах) 1989.
2. *Баренбойм Г.М.* Биологически активные вещества. Новые принципы поиска / Г.М. Баренбойм, А.Г. Маленков. М.: Наука, 1986.

3. Головенко Н.Я. Сравнительная биохимия чужеродных соединений / Н.Я. Головенко, Т.Л. Карасева. Киев: Наукова думка, 1983.
4. Дурмишидзе С.В., Биотрансформация ксенобиотиков в растениях / С.В. Дурмишидзе, Т.В. Девриани, Х.А. Кахнивашвили, О.А. Буадзе. Тбилиси: Мецниереба, 1988.
5. Курляндский П.А. Общая токсикология / П.А. Курляндский, В.А. Филов. М.: Медицина, 2002.
6. Парк В.Ф. Биохимия чужеродных соединений / В.Ф. Парк. М.: Медицина, 1973.
7. Телитченко М.М. Введение в проблемы биохимической экологии / М.М. Телитченко, С.С. Остроумов. М.: Наука, 1990.
8. Щербаков В.Г. Биохимия / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов, Т.Н. Прудникова и др. СПб.: ГИОРД, 2003.
9. Юрин В.М. Основы ксенобиологии. Учебное пособие / В.М. Юрин Мн.: БГУ, 2001.

#### Дополнительная

1. Головенко Н.Я. Механизмы реакций метаболизма ксенобиотиков в биологических мембранах / Н.Я. Головенко. Киев.: Наукова думка. 1981.
2. Ониани Д. Ксенофитотоксикология: Учебное пособие / Д. Ониани, В. Юрин, А. Кудряшов. Тбилиси, 1981.
3. Квесититадзе Г.И. Метаболизм антропогенных токсикантов в высших растениях / Г.И. Квесититадзе, Г.А. Хатисашвили, Т.А. Садунишвили, З.Г. Евстигнеева. М.: Наука, 2005.
4. Комиссаров И.В. Элементы теории рецепторов в молекулярной фармакологии / И.В. Комиссаров. М.: Медгиз. 1969.
5. Остроумов С.А. Введение в биохимическую экологию / С.А. Остроумов. М.: МГУ, 1986.
6. Угрехелидзе Д.Ш. Поступление и детоксикация органических ксенобиотиков в растениях / Д.Ш. Угрехелидзе, С.В. Дурмишидзе. Тбилиси, 1984.
7. Харборн Д.П. Введение в экологическую биохимию / Д.П. Харборн. М.: Мир, 1985.

### КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Баллы	Показатели оценки
1 (один)	Отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта или отказ от ответа
2 (два)	Фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта; знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины; неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых ошибок; пассивность на лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий



3 (три)	Недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта; знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными ошибками; слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач; неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой дисциплины; пассивность на лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий
4 (четыре)	Достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач; умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им оценку; работа под руководством преподавателя на лабораторных занятиях, допустимый уровень исполнения заданий
5 (пять)	Достаточные знания в объеме учебной программы; использование научной терминологии, грамотное логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно принимать типовые решения в рамках учебной программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; самостоятельная работа на лабораторных занятиях, фрагментарное участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий
6 (шесть)	Достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы; использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях

	по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; активная самостоятельная работа на лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий
7 (семь)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; свободное владение типовыми решениями в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; самостоятельная работа на лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
8 (восемь)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы; использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины (в том числе техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; активная самостоятельная работа на лабораторных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
9 (девять)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы; полное усвоение основной и

	дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; систематическая, активная самостоятельная работа на лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
10 (десять)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации; полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы по изучаемой учебной дисциплине; умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин; творческая самостоятельная работа на лабораторных занятиях, активное творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий

### ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Типовыми учебными планами направлений специальности 1-31 01 01 «Биология» и специальности 1-33 01 01 «Биоэкология» в качестве формы итогового контроля по дисциплине рекомендован экзамен. Оценка учебных достижений студента осуществляется на экзамене и производится по десятибалльной шкале.

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по данной дисциплине можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- защита индивидуальных заданий при выполнении лабораторных работ;
- устные опросы;
- письменные контрольные работы по отдельным темам курса;
- защита подготовленного студентом реферата;
- компьютерное тестирование.