**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ИНСТИТУТ БИОФИЗИКИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ**

**РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

**Т. Г. Волова**

«Экологическая биотехнология»

Рабочая программа дисциплины

**Красноярск**

**2012**

УДК 574.21(07)

ББК 28.0я73

Э40

Экологическая биотехнология : рабочая программа дисциплины / Т. Г. Волова – Красноярск : ООО «Дарма», 2012 – 28 с.

Настоящее издание является частью учебно-методического комплекса по дисциплине «Экологическая биотехнология», содержащего учебное пособие, учебную программу, методические указания по самостоятельной работе.

Отражены цели и задачи дисциплины, ее объем, структура и содержание самостоятельной работы, методика ее реализации, а также методики применения информационных систем и электронных средства для поиска научной информации. Предложен список основной и дополнительной литературы.

УДК 574.21(07)

ББК 28.0я73

*Учебно-методический комплекс по дисциплине «Экологическая биотехнология» подготовлен и издан в рамках мега-проекта «Биотехнологии новых биоматериалов», реализуемого по Постановлению Правительства РФ №220 от 9 апреля 2010 г. «О мерах по привлечению ведущих ученых в российские образовательные учреждения высшего профессионального образования» (договор № 11.G34.31.0013)*

© Т. Г. Волова, 2012

© ФГАОУ ВПО СФУ, 2012

© Институт биофизики СО РАН, 2012

Содержимое ресурса охраняется законом об авторском праве. Несанкционированное копирование и использование данного продукта запрещаются. Встречающиеся названия программного обеспечения, изделий, устройств или систем могут являться зарегистрированными товарными знаками тех или иных фирм.

Подписано к использованию 01.12.2012 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*Федеральное государственное*

*автономное образовательное учреждение высшего*

*профессионального образования*

**«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ

директор ИФБиБТ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В. А. Сапожников

«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2012 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ДИСЦИПЛИНА «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ»**

Укрупненная группа 020000 «Естественные науки»

Направление 20400.68 «Биология»

Магистерская программа 020400.68.01 «Микробиология и биотехнология»

Институт фундаментальной биологии и биотехнологии

Базовая кафедра биотехнологии

Квалификация (степень) выпускника

Магистр

Красноярск
2012

**Рабочая программа дисциплины**

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по укрупненной группе 020000 «Естественные науки» направления 020400.68 «Биология», магистерская программа: 020400.68.01 «Микробиология и биотехнология».

Программу составили:

проф., докт. биол. наук Волова Т. Г. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Заведующая кафедрой

проф., докт. биол. наук Волова Т. Г. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2012 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 201\_\_\_ г. протокол № \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Заведующая кафедрой

проф., докт. биол. наук Волова Т. Г. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Рабочая программа обсуждена на заседании НМСИ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 201\_\_\_ г. протокол № \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Председатель НМСИ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 (фамилия и. о., подпись)

Дополнения и изменения в учебной программе на 201 \_\_/201\_\_ учебный год.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры \_\_\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 201\_\_г. протокол № \_\_\_\_\_\_\_\_

Заведующая кафедрой

проф., докт. биол. наук Волова Т. Г. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Внесенные изменения утверждаю:

Директор ИФБиБТ Сапожников В.А. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

СОДЕРЖАНИЕ

[1. Цели и задачи изучения дисциплины 6](#_Toc342843931)

[1.1. Цель преподавания дисциплины 6](#_Toc342843932)

[1.2. Задачи изучения дисциплины 6](#_Toc342843933)

[1.3. Межпредметная связь 8](#_Toc342843934)

[2. Объем дисциплины и виды учебной работы 8](#_Toc342843935)

[3. Содержание дисциплины 9](#_Toc342843936)

[3.1. Разделы дисциплины и виды занятий в часах 9](#_Toc342843939)

[3.2. Содержание разделов и тем лекционного курса 10](#_Toc342843940)

[3.3. Практические (семинарские) занятия 13](#_Toc342843941)

[3.4. Лабораторные занятия 14](#_Toc342843942)

[3.5. Самостоятельная работа 14](#_Toc342843943)

[3.5.1. Самостоятельное изучение теоретического материала 15](#_Toc342843944)

[3.5.2. Написание и защита рефератов 15](#_Toc342843945)

[3.6. Содержание модулей дисциплин при использовании системы зачетных единиц 17](#_Toc342843946)

[4. Учебно-методические материалы по дисциплине 17](#_Toc342843947)

[4.1. Основная и дополнительная литература, информационные ресурсы 17](#_Toc342843949)

[4.1.1. Основная литература 17](#_Toc342843950)

[4.1.2. Дополнительная литература 19](#_Toc342843951)

[4.1.3. Электронные и интернет-ресурсы 20](#_Toc342843952)

[4.2. Контрольно-измерительные материалы 21](#_Toc342843953)

[5. Организационно-методическое обеспечение учебного процесса по дисциплине в системе зачетных единиц 23](#_Toc342843954)

[5.1. Основные положения применения кредитно-рейтинговой системы при организации учебного процесса в ФГАОУ СФУ 23](#_Toc342843956)

[5.2. Применение кредитно-рейтинговой системы по дисциплине «Экологическая биотехнология» 27](#_Toc342843957)

[Приложения 30](#_Toc342843958)

# Цели и задачи изучения дисциплины

## Цель преподавания дисциплины

 Экологическая биотехнология – новое направление, объединившее и объединяющее достижения комплекса наук биологического и небиологического профиля и имеющее огромное значение для охраны окружающей среды и рационального природопользования.

Курс «Экологическая биотехнология» предусматривает рассмотрение теоретических основ разделов биотехнологии, ориентированных на защиту окружающей среды от неблагоприятного воздействия техносферы и рациональное природопользование

Цель курса – формирование у студентов современных представлений об уровне научных достижений в области биотехнологии и ее роли для решения природоохранных мероприятий.

## Задачи изучения дисциплины

Формирование у студентов знаний и умений в сфере потенциала, методологии и компетенций современной биотехнологии, новейших технологиях получения и использования биотехнологических процессов и систем для охраны окружающей среды и рационального природопользования. Курс предполагает знакомство с существующими и разрабатываемыми промышленными биотехнологическими процессами различного уровня, ориентированными на обезвреживание и утилизацию промышленных и бытовых отходов, деградацию ксенобиотиков, биомониторинг и биоиндикацию для контроля текущих из изменений в биосфере, а также с новейшими экологически чистыми биологическими процессами воспроизводства пищи, энергоносителей, минеральных ресурсов, биоудобрений и биогербицидов.

Знания:

* научных основ современной биотехнологии;
* основных направлений получения и использования генетически модифицированных организмов различного уровня организации;
* наученных основ новейших направлений и технологий получения целевых продуктов для различных областей применения;
* потенциал биологических способов для утилизации побочных и тупиковых продуктов техносферы, детоксикации ксенобиотиков;
* понятие необходимости соблюдения этических норм и стратегии риска при развитии биотехнологических технологий;
* направлений исследований и стратегии применения новых безопасных материалов, препаратов для сельского хозяйства, получаемых биотехнологическими способами;
* научных основ современных методов аналитики состояния объектов окружающей среды; биоиндикации и биомониторинга;
* методологии биоинженерии.

Умения:

* ориентироваться в современных направлениях и методах биотехнологии;
* использовать знания по новейшим направлениям современной биотехнологии при изучении специальных дисциплин;

- применять полученные знания для повышения качества жизни людей;

* использовать полученные данные при написании рефератов, статей, научных проектов.

Изучение дисциплины способствует формированию у магистров следующих общекультурных и профессиональных компетенций:

ОК-1: способен к творчеству (креативность) и системному мышлению;

ОК-2: способен к инновационной деятельности;

ОК-3: способен к адаптации и повышению своего научного и культурного уровня;

ОК-4: понимает пути развития и перспективы сохранения цивилизации, связь геополитических и биосферных процессов, проявляет активную жизненную позицию, используя профессиональные знания;

ОК-5: проявляет инициативу, в том числе в ситуациях риска, способен брать на себя всю полноту ответственности способен к поиску решений в нестандартных ситуациях;

ПК-1: понимает современные проблемы биологии и использует фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач.

ПК-3: самостоятельно анализирует имеющуюся информацию, выявляет фундаментальные проблемы, ставит задачу и выполняет полевые, лабораторные биологические исследования при решении конкретных задач по специализации с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств, демонстрирует ответственность за качество работ и научную достоверность результатов.

ПК-5: демонстрирует знание основ учения о биосфере, понимание современных биосферных процессов, способность к их системной оценке, способность прогнозировать последствия реализации социально-значимых проектов.

ПК-6: творчески применяет современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации.

ПК-9: профессионально оформляет, представляет и докладывает результаты научно-исследовательских и производственно-технологических работ по утвержденным формам.

ПК-14: планирует и проводит мероприятия по оценке состояния и охране природной среды в соответствии со специализацией.

ПК-16: имеет навыки формирования учебного материала, чтения лекций, готов к преподаванию в высшей школе и руководству НИР студентов, умеет представлять учебный материал в устной, письменной и графической форме для различных контингентов слушателей.

## Межпредметная связь

Дисциплина «Экологическая биотехнология» относится к циклу М.3 – профессиональный цикл (вариативная часть) подготовки магистров по программе 020400.68.01 «Микробиология и биотехнология».

Для освоения данного курса необходимы базовые знания, которые студенты должны получить по биохимии, генетике, микробиологии, общей биотехнологии. В ходе освоения курса студенты применяют знания и используют навыки, полученные в рамках обучения по программе «Введение в биотехнологию» и соответствующих практикумов.

# Объем дисциплины и виды учебной работы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид учебной работы | Всего, з. е. (ч) | Семестр |
| 12 |
| **Общая трудоёмкость дисциплины** | 2,0 (72) | 2,0 (72) |
| Аудиторные занятия | 0,89 (32) | 0,89 (32) |
| Лекции | 0,5 (16) | 0,5 (16) |
| Семинарские занятия (СЗ) | 0,5 (16) | 0,5 (16) |
| Самостоятельная работа | 1,11 (40) | 1,11 (40) |
| Изучение теоретического курса (ТО) | 1,0 (36) | 1,0 (36) |
| Реферат | 0,11 (4) | 0,11 (4) |
| **Вид итогового контроля** | **зачет** | **зачет** |

# Содержание дисциплины

1.
2.

## Разделы дисциплины и виды занятий в часах

| №п/п | Раздел дисциплины | Лекциизачетныеединицы(часы) | СЗзачетныеединицы(часы) | Самостоятельная работазачетныеединицы (часы) | Формируемые компетенции |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Введение в предмет «Экологическая биотехнология» | 0,055(2) |  | 0,11(4) | ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОК-5, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-9, ПК-14, ПК-16 |
| 2 | Модуль 1. Биологические методы очистки стоков и утилизации твердых отходов | 0,055(2) | 0,11(4) | 0,22(8) | ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОК-5, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-9, ПК-14, ПК-16 |
| 3 | Модуль 2. Биоремедиация | 0,055(2) | 0,055(2) | 0,11(4) | ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОК-5, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-9, ПК-14, ПК-16 |
| 4 | Модуль 3.Технологическая биоэнергетика | 0,055(2) | 0,055(2) | 0,11(4) | ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОК-5, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-9, ПК-14, ПК-16 |
| 5 | Модуль 4. Биотехнология и экологизация сельскохозяйственных технологий | 0,055(2) | 0,055(2) | 0,11(4) | ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОК-5, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-9, ПК-14, ПК-16 |
| 6 | Модуль 5. Разрушаемые биополимеры – экологическая альтернатива синтетическим неразрушаемым пластикам | 0,055(2) | 0,055(2) | 0,22(8) | ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОК-5, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-9, ПК-14, ПК-16 |
| 7 | Модуль 6. Биоиндикация загрязнения водных экосистем | 0,055(2) | 0,055(2) | 0,11(4) | ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОК-5, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-9, ПК-14, ПК-16 |
| 8 | Модуль 7. Экологический менеджмент в биотехнологии | 0,055(2) | 0,055(2) | 0,11(4) | ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОК-5, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-9, ПК-14, ПК-16 |
|  | ВСЕГО | 16 | 16 | 40 |  |

## Содержание разделов и тем лекционного курса

**ВВЕДЕНИЕ В ПРЕДМЕТ «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ»**

Экологическая биотехнология – новая комплексная отрасль. Экологическая биотехнология – раздел общей биотехнологии. Особенности возникновения, природа и многообразие биотехнологических процессов для решения задач защиты окружающей среды.

Субстраты и среды. Понятие возобновляемого и невозобновляемого сырья \*. Отходы химических, микробиологических, нефтехимических и др. производств как субстраты для процессов экологической биотехнологии \*. Экологические аспекты биологических процессов и биотехнологий \*.

**Модуль 1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОКОВ И УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ**

*Тема 1.1.* *Биологические методы очистки стоков.* Аэробные процессы очистки сточных вод. Качество воды и методы очистки\*. Особенности биологических методов по сравнению с физико-химическими процесса очистки. Критерии проектирования биотехнологических процессов очистки. Активный ил – составляющие и химизм действия. Типы аппаратов для аэробной очистки стоков. Гомогенные реакторы и гетерогенные аэробные реакторы. Принцип функционирования, эффективности действия. Окситенки. Реакторы с неподвижной биопленкой\*. Особенности эксплуатации и производительность\*. Характеристика биополенки\*.

Анаэробные процессы очистки сточных вод*.* Теоретические основы процесса. Формальная кинетика. Биохимия и микробиология. Промышленные аппараты для сбраживания стоков. Септиктенки. Анаэробный биофильтр\*. Характеристики биополенки и активного ила\*. Требования к параметрам процессов водоочистки.\* Эффективность работы анаэробных очистных сооружений\*. Утилизации активного ила\*.

*Тема 1.2. Количество и качество отходов.* Утилизация и конверсия. Сырой активный ил. Переработка ила. Переработка растительных отходов. Метанотенки и биометаногенез как процесс ликвидации отходов и экологический метод получения энергоносителей. Типы и устройство метанотенков.

*Тема 1.3. Биоочистка газовоздушных выбросов.* Типы биокатализаторов и аппаратов для данных процессов. Биофильтры\*. Биоскрубберы на основе нативных и иммобилизованных клеток\*. Биореакторы с омываемым слоем.

*Тема 1.4. Новейшие методы деградации ксенобиотиков\*.* Иммобилизованные клетки и ферменты. Принципы и методы иммобилизации. Свойства иммобилизованных биосистем. Типы реакторов с иммобилизованными клетками. Реакторы полного смешения. Реакторы с псевдосжиженным слоем. Реакторы с неподвижным слоем. Эрлифтные аппараты и анаэробные биореакторы.

**Модуль 2. БИОРЕМЕДИАЦИЯ**

*Тема 2.1. Общие концепции биоремедиации.* Понятия: фиторемедиация, микроборемедиация, зооремедиация. Преимущества и недостатки фитобиоремедиации. Технологии фитобиоремедиации: ризофильтрация, фитоэкстракция, фитостимуляция, фитоиспарение. Микроборемедиация. Агенты микроборемедиации. Преимущества микроборемедиации.

*Тема 2.2. Методы и технологии биоремедеации*. Микробная биотехнология. Микробно-ферментативная биотехнология. Биоремедиация загрязненных почв и грунтов: биоремедиация *in situ*, биоремедиация *ex situ*. Биоремедиация окружающей среды\*: биодеградация тяжелых металлов, очистка от нефти и нефтепродуктов, биоремедиация атмосферы

**Модуль 3.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ БИОЭНЕРГЕТИКА**

*Тема 3.1. Биотехнология в решение энергетических проблем.*

Биоэнергетика. Биометаногенез. Получение биогаза. Получение биоэтанола и других спиртов.

*Тема 3.2.*Перспективы получения углеводородов на основе биосистем. Биологическое получение водорода. Биотопливные элементы и биоэлектрокатализ. Новые подходы к получению биотоплива \*.

**Модуль 4.** **БИОТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

*Тема 4.1*. *Биопестициды* – альтернатива химическим пестицидам. Методы получения и применения. Принцип действия. Бактериальные, грибные и вирусные препараты для борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений и животных\*.

*Тема 4.2.* *Бактериальные удобрения* – разумная альтернатива химическим удобрениям. Получение, применение\*.

*Тема 4.3.* *Биотехнологические подходы создания препаратов долго-временного действия,* депонированных в резорбируемые полимерные матриксы

**Модуль 5.** **РАЗРУШАЕМЫЕ БИОПОЛИМЕРЫ – ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ АЛЬТЕРНАТИВА СИНТЕТИЧЕСКИМ НЕРАЗРУШАЕМЫМ ПЛАСТИКАМ**

*Тема 5.1.* *Негативные последствия накопления в биосфере синтетических полимерных материалов.* Экологические проблемы в связи с аккумуляций в биосфере синтетических пластиков.

*Тема 5.2. Биотехнологической потенциал полигидроксиалканоатов в качестве альтернативы синтетическим полимерным материалам.* Биопластики – основные понятия, источники для получения, характеристика. Полигидроксиалканоаты – характеристика, субстраты и способы получения, штаммы-продуценты. Принципы биоразрушения ПГА. Факторы, влияющие на скорости биораспада ПГА в природе\*. Результаты исследования разрушаемости ПГА.

**Модуль 6. БИОИНДИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ**

*Тема 6.1.Количественная и качественная биоиндикация*. Принципы биологического мониторинга и биотестирования текущего состояния объектов природной среды. Количественный биомониторинг техногенного загрязнения окружающей среды. «Активный» и «пассивный» биомониторинг. Принципы выбора объекта как биотеста\*. Растительные экосистемы как объект биоиндикации\*. Фитоиндикация ранних стадий техногенных загрязнений среды\*.

*Тема 6.2. Индикаторная роль отдельных групп водной биоты.* Принцип оптимальности в радиационном контроле лесных экосистем. Биоиндикация водных экосистем на основании анализа гематогенеза и размножения рыб.

**Модуль 7.** **ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ В БИОТЕХНОЛОГИИ**

*Тема 7.1. Экологический менеджмент. Общая информация.* Основные стадии проекта и соответствующие инструменты экологического менеджмента: стадия планирования (стратегическая экологическая оценка; оценка жизненного цикла; экологическая оценка технологий); стадия проектирования и утверждения конкретных планов (оценка воздействия на окружающую среду; оценка экологического риска; анализ затрат и выгод); стадия функционирования и эксплуатации (системы экологического менеджмента; экологическая отчетность; экологический аудит).

*Тема 7.2. Системы экологического менеджмента.* Основные характеристики определения «экологический менеджмент»; цели, задачи и проблемы экологического менеджмента основные этапы и их задачи экологического менеджмента; консультативный, экономический и регуляторный подходы экологического менеджмента.

Система стандартов в области экологического менеджмента ИСО 14000. Международная организация по стандартизации (ИСО). Предыстория возникновения стандартов ИСО 14000 (серия стандартов ИСО 9000, концепция «всеобъемлющего менеджмента качества»)\*. Ключевое понятие серии ИСО 14000 и основной документ серии – стандарт ИСО 14001.

Цели и причины использования системы экологического менеджмента организацией. Основные этапы внедрения системы ИСО 14001\*. Концепция постоянного улучшения экологических характеристик деятельности предприятия как основа системы экологического менеджмента\*.

## Семинарские занятия

| **№****п/п** | **№ Раздела****Дисциплины** | **Темы занятий,****трудоемкость** |
| --- | --- | --- |
|  | **Модуль 1. Биологические методы очистки стоков и утилизации твердых отходов** | Биометаногенез – микробиология, биохимия и параметры процесса. Требования к перерабатываемому сырью. Эффективность биометаногенеза и степень конверсии массы отходов в продукт. Состав и калорийность биогаза. Ликвидация и переработка отходов свалок. Компостирование. Обезвреживание токсических продуктов.0,055 (2) |
|  | Трансгенные микроорганизмы – эффективные биодеструкторы ксенобиотиков. Методы получения рекомбинантных ДНК. Рекомбинантные микроорганизмы – деструкторы пестицидов, нефтепродуктов и других поллютантов.0,055 (2) |
|  | **Модуль 2. Биоремедиация** | *Биопрепараты, используемые при биоремедиации окружающей среды.* Характеристика биопрепаратов МИКРОЗИМ (ТМ); характеристика биопрепарата «ЭКОПАДИН» 0,055 (2) |
|  | **Модуль 3.Технологическая биоэнергетика**  | Технологическая биоэнергетика и безопасные способы воспроизводства и преобразования энергии0,055 (2) |
|  | **Модуль 4. Биотехнология и экологизация сельскохозяйственных технологий**  | Эколого-биотехнологические альтернативы в сельском хозяйстве0,055 (2) |
|  | **Модуль 5. Разрушаемые биополимеры – экологическая альтернатива синтетическим неразрушаемым пластикам** | Современные масштабы производства и сферы применения полигидроксиалканоатов0,055 (2) |
|  | **Модуль 6. Биоиндикация загрязнения водных экосистем** | Особенность биоиндикации на клеточном, организменном, популяционном и ценотическом уровнях. Специфические и неспецифические индикаторные реакции водных животных и растений0,055 (2)  |
|  | **Модуль 7. Экологический менеджмент в биотехнологии** | Биомониторинг и биотестирование окружающей среды.Методология комплексного биомониторинга. Построение оценочных шкал, расчет экологических индексов. *Оценка жизненного цикла продукта*: возможности и недостатки оценки жизненного цикла (ОЖЦ); область применения ОЖЦ; основные определения; характерные особенности и фазы согласно требованию стандарта ИСО 140040.0,055 (2) |

## Лабораторные занятия

Учебным планом не предусмотрены.

## Самостоятельная работа

Условием успешной профессиональной деятельности выпускника СФУ и его дальнейшего карьерного роста является его профессиональная мобильность, умение самостоятельно получать новые знания, повышать квалификацию.

Учебной программой дисциплины «Экологическая биотехнология» предусмотрено 55,6 % объема времени изучения материала на самостоятельную работу студентов. Данный вид работы является обязательным для выполнения. При самостоятельном выполнении различных видов заданий студент учится принимать самостоятельно решения, разбирать и изучать новый материал, работать с периодической научной литературой.

Самостоятельная работа по курсу «Экологическая биотехнология» включает:

- самостоятельное изучение теоретического материала с использованием рекомендуемой литературы [1-20];

- написание и защита рефератов.

### Самостоятельное изучение теоретического материала

Изучение теоретического курса (ТО): самостоятельная проработка студентами отдельных вопросов теоретического курса. Вопросы, выносимые на самостоятельную проработку, отмечены в параграфе 3.2 символом «\*» с указанием трудоемкости ТО по темам. Общая трудоемкость самостоятельного теоретического обучения – 40 ч.

Самостоятельная работа выполняется студентами на основе учебно-методических материалов дисциплины, представленных в разделе 4.

При самостоятельном изучении теоретического материала помимо основной литературы рекомендуется пользоваться дополнительной литературой и новыми литературными источниками (периодическими изданиями). При этом следует использовать возможности научной библиотеки СФУ: <http://lib.sfu-kras.ru/>.

### Написание и защита рефератов

При подготовке студентов по дисциплине «Экологическая биотехнология» написание рефератов является необходимым элементом учебного процесса. Основной целью выполнения данной работы является развитие мышления и творческих способностей студента. В процессе выполнения реферата у студента должны сформироваться следующие компетенции:

* применение методов научного познания;
* владение методологией обучения, постановки и разрешения проблем;
* способности к самоорганизации, организации и планированию;
* навыки работы с компьютером, умение использовать современные информационные технологии (справочные системы, Интернет и др.) для получения доступа к источникам информации, хранения и обработки данных;
* навыки управление информацией и приемы информационно-описательной деятельности;
* навыки грамотной письменной и устной речи.

Написание реферативного исследования требует самостоятельности и творческого подхода. Основной целью работы является раскрытие одной из тем, предложенных преподавателем или выбранных самим студентом, по согласованию с преподавателем. Основа реферата выполняется с использованием учебной и научной литературы и обязательно подкрепляется материалами из научных статей журналов, которые доступны на сайтах научных баз данных, *поисковых систем, издательств, в том числе и на сайте научной библиотеки СФУ (www.lib.sfu-kras.ru*).

Тему реферата студент выбирает самостоятельно из представленных ниже (или предлагает свою) и утверждает у преподавателя в течение первых двух недель обучения.

Реферат должен быть оформлен в соответствии с требованиями оформления студенческих текстовых документов, объемом не менее 20 машинописных страниц; реферат должен быть сдан к концу 9-й недели семестра.

Реферат включает следующие структурные элементы: *Титульный лист*, *Содержание, Введение, Обзор литературы*, *Заключение*, *Библиографический список, Приложения*.

Реферат должен сопровождаться библиографическим списком, который составляют в соответствии с ГОСТ 7.1−2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание».

Для защиты реферата студент готовит презентационные материалы, С правилами применения интерактивных технических средств обучения при подготовке рефератов можно в практическом руководстве «Интерактивные технические средства обучения». При подготовке рефератов рекомендуется использовать лицензионное программное обеспечение СФУ.

Примерные темы реферата приведены ниже.

1. Промышленные аппараты для сбраживания стоков. Септиктенки. Анаэробный биофильтр. Характеристики биоплёнки и активного ила.
2. Метанотенки и биометаногенез как процесс ликвидации отходов и экологический метод получения энергоносителей. Типы и устройство метанотенков.
3. Принципы и подходы для очистки газо-воздушных выбросов. Типы биокатализаторов и аппаратов для данных процессов.
4. Трансгенные микроорганизмы – эффективные биодеструкторы ксенобиотиков.
5. Процессы очистки сточных вод. Качество воды и методы очистки
6. Биоремедиация окружающей среды: биодеградация тяжелых металлов, очистка от нефти и нефтепродуктов, биоремедиация атмосферы
7. Биопрепараты, используемые при биоремедиации окружающей среды: характеристика биопрепаратов МИКРОЗИМ (ТМ); характеристика биопрепарата «ЭКОПАДИН».
8. Биоудоборения: характеристика, принципы получения и применения
9. Биогербициды: принципы получения и применения
10. Количественный биомониторинг техногенного загрязнения окружающей среды.
11. Оценка экологической результативности, основные этапы.
12. Критерии проектирования биотехнологических процессов очистки. Активный ил – составляющие и химизм действия.
13. Ликвидация и переработка твердых бытовых отходов. Биометаногенез и компостирование – микробиология, биохимия и параметры процесса. Обезвреживание токсических продуктов.
14. Метод оценки жизненного цикла продукта: история возникновения, цель использования, преимущества и недостатки.

## Содержание модулей дисциплин при использовании системы зачетных единиц

Структура и содержание модулей дисциплины приведены в прил. 2**.**

# Учебно-методические материалы по дисциплине

1.

## Основная и дополнительная литература, информационные ресурсы

### Основная литература

* 1. Биологические средства защиты растений. Технологии их изготовления и применения. / Под ред. В. А. Павлюшина, К.Е. Воронина. – СПб.: ВИЗР, 2005. – 360 с.
	2. Введение в биотехнологию. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. комплекс / Т. Г. Волова, Н. А. Войнов, Е. И. Шишацкая, Г. С. Калачева. – Электрон. дан. (91 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. (Номер гос. регистрации в ФГУП НТЦ «Информрегистр» 0320802394 от 21.11.2008 г.).
	3. Волова, Т. Г. Биоразрушаемые полимеры: синтез, свойства, применение: монография / Волова Т. Г. и Шишацкая Е. И; под ред. Э.Дж. Сински. − Красноярск : Красноярский писатель, – 2011.
	4. Волова, Т. Г. Биотехнология : учебное пособие / Т. Г. Волова; отв. ред. И. И. Гительзон. – 2-е изд., перераб. – Красноярск : КрасГУ, 2002. – 266 с.
	5. Волова, Т. Г. Введение в биотехнологию : учеб. пособие / Т. Г. Волова. – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – 188 с.
	6. Ганиев, М. М. Химические средства защиты растений / М. М. Ганиев, В. Д. Недорезков. − М. : Колос, 2006. − 248 с.
	7. Глик, Б. Молекулярная биотехнология: принципы и применение = *Molecular Biotechnology*. Principles and Applications of Recombinant DNA : перевод с английского / Б. Глик, Д. Пастернак ; под ред. Н. К. Янковский. – М. : Мир, 2002. – 589 с.
	8. Градусов, А. В. Биомониторинг почвы / А. В. Градусов, Ф. К. Алимова, Н. Г. Захарова. – Казань : КГУ, 2009. – 47 с.
	9. Задереев, Е. С. Прикладной экологический менеджмент: принципы и подходы: учебное пособие / Е. С. Задереев − Красноярск: Красноярский государственный университет, 2005. – 112 с.
	10. Каплин, В. Г. Основы экотокискологии / В. Г. Каплин. – М.: Колос, 2007. – 231 с.
	11. Кузнецов, А. Е. Научные основы экобиотехнологии / А. Н. Кузнецов, Н. Б. Градова. – М. : Мир, 2006. – 504 с.
	12. Кузнецов, А. Е. Прикладная экобиотехнология : В 2 т. : учеб. пособие. Т.1. / А. Е. Кузнецов, Н. Б. Градова, С. В. Лушников. − 2-е изд., − М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. − 629 с.
	13. Прикладная экобиотехнология. В 2 т. : учеб. пособие. Т.2 / А. Е. Кузнецов, Н. Б. Градова, С. В. Лушников и др. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 488 с.
	14. Прудникова, С. В. Экологическая роль полигидроксиалканоатов: закономерности биоразрушения в природной среде и взаимодействия с микроорганизмами: монография / С. В. Прудникова, Т. Г. Волова / − Красноярск : Красноярский писатель, – 2012.
	15. Рябов, И. Н. Радиоэкология рыб водоемов в зоне влияния аварии на Чернобыльской АЭС. / Рябов И.Н. − М. : Тов-во научных изданий КМК, 2004, − 215 с.
	16. Современные проблемы и методы биотехнологии : учеб.-метод. комплекс по дисциплине / сост. Т. Г. Волова. – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – (Современные проблемы и методы биотехнологии : УМКД № 1323-2008 / рук. творч. коллектива Т. Г. Волова).
	17. Штильман, М. И. Полимеры медико-биологического назначения / М. И. Штильман // М.: ИКЦ «Академкнига», 2006 – 399 с.
	18. Evans, G.G. and Furlong J. Environmental Biotechnology: Theory and Application / Evans, G.G. and Furlong J. John Wiley & Sons. – 2011. − 290 p.
	19. IAEA (International Atomic Energy Authority) Quantification of radionuclide transfer in terrestrial and freshwater environments for radioecological assessments. TECDOC-1616. IAEA, Vienna, 2009, − 622 p.
	20. Pöschl M., Nollet L.M.L. (Eds.) Radionuclide concentrations in food and the Environment. NY.: CRC Press Taylor&Francis Group, 2007. 458 c.

### Дополнительная литература

1. Егорова, Т. А. Основы биотехнологии : учеб. пособие / Т. А. Егорова, С. М. Клунова, Е. А. Живухина. – 2-е изд. – М. : Академия, 2005. – 207 с.
2. Наумова, Р. П. Экологическая биотехнология / Р. П. Наумова, С. К. Зарипова. – Казань : Унипресс, 2002. – 253 с.
3. Алимова, Ф. К. Промышленное применение грибов рода *Trichoderma /* Ф. К. Алимова. – Казань : УНИПРЕСС ДАС, 2006. – 268 с.
4. Биологические средства защиты растений. Технологии их изготовления и применения. /Под ред. В. А. Павлюшина, К.Е. Воронина. – СПб.: ВИЗР, 2005. – 360 с.
5. Биотехнология. Принципы и применения. Biotechnology Principles and Applications : перевод с английского / под ред. : И. Д. Хиггинс, Д. Бест, Д. Джонс. – М. : Мир, 1988. – 477 с.
6. Введение в биотехнологию : учеб. пособие / Т. Г. Волова. – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – 187 с. Прил. : 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
7. Волова, Т. Г. Биотехнология : учебное пособие / Т. Г. Волова; отв. ред. И. И. Гительзон. – 2-е изд., перераб. – Красноярск : КрасГУ, 2002. – 266 с.
8. Волова, Т. Г. Экологическая биотехнология : учеб. пособие для университетов / Т. Г. Волова. – Новосибирск : Хронограф, 1997. – 141 с.
9. Звягинцев, Д. Г. Биология почв / Д. Г. Звягинцев, И. П. Бабьева, Г. М. Зенова – М.: Изд-во: МГУ, 2005. – 448 с.
10. Звягинцев, Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д. Г. Звягинцев. – М.: Изд-во МГУ, 1990, – 303 с.
11. Каплин, В. Г. Основы экотокискологии / В. Г. Каплин. – М.: Колос, 2007. – 231 с.
12. Скурлатов, Ю. И. Введение в экологическую химию : учеб. пособие для химических и химико-технологических специальностей вузов / Ю. И. Скурлатов, Г. Г. Дука, А. Миаити. – М. : Высш. шк., 1994. – 400 с.
13. Степановских, А. С. Прикладная экология: охрана окружающей среды : учебник для вузов / А. С. Степановских. – М.:ЮНИТА-ДАНА,2003. – 751 с.
14. Хенч, Л. Биоматериалы, искусственные органы и инжиниринг тканей / Л. Хенч, Д. Джонс; под ред. А . А. Лушниковой. – М.: Техносфера. – Серия «Мир биологии и медицины», 2007. – 304 c.
15. Шишацкий, О. Н. Разрушаемые полимеры: потребности, производство, применение : справочное пособие / О. Н. Шишацкий, Е. И. Шишацкая, Т. Г. Волова. – Красноярск : изд-во «Новые информационные технологии» , 2010, – 156 с.
16. Экологическая биотехнология : пер. англ. / под ред. К. Ф. Форстера, Д. А. Вейза. – Л.: Химия, 1990. – 383 с.
17. Экологическая биотехнология = Environmental Biotechnology : перевод с английского / под ред. : К. Ф. Форстер, Д. А. Д. Вейз, А. И. Гинак. – Ленинград : Химия. Ленинградское отд., 1990, – 383 с.
18. Экологическая экспертиза : учеб. пособие / В. К. Донченко, В. М. Питулько, Н. Д., Сорокин и др. ; под ред. В. М. Питулько. -4-е изд., стереотип., учеб. -М. : Academia (Академия), 2006. – 476 с.
19. Chen, H-J. Identification and Characterization of a Novel Intracellular Poly(3–Hydroxybutyrate) Depolymerase from *Bacillus megaterium* / H-J. Chen, S-C. Pan, G-C. Shaw // Appl. Environ. Microbiol. – 2009. – Vol. 75. – P. 5290–5299.
20. Jendrossek, D. Microbial degradation of Polyhydroxyalkanoates / D. Jendrossek, R. Handrick // Annu. Rev. Microbiol. – 2002. – Vol. 56. – P. 403–432.
21. Sudesh, K. Synthesis, structure and properties of polyhydroxyalkanoates: biological polyesters / K. Sudesh, H. Abe, Y. Doi // Prog. Polym.Sci. – 2000, – Vol. 25. – P. 1503–1555.

### Электронные и интернет-ресурсы

1. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных на территории РФ 2011 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://greenport.ru/spravochnik-pesticzidov-i-agroximikatov.html> (дата обращения 25.09.2012)
2. Прогноз Комитет сельскохозяйственных организаций Европейского союза (COPA) [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: www.copa-cogeca.be (дата обращения: 05.12.2012).
3. Зубарев, С.В. Рециклинг органических муниципальных отходов // Рециклинг отходов, 2008. – № 4 (16) Режим доступа: [www.wasterecycling.ru](http://www.wasterecycling.ru) (дата обращения 27.11.2012)
4. Европейские биопластики [Электронный ресурс]: Режим доступа:URL: http://en.european-bioplastics.org/ (дата обращения: 05.12.2012).
5. Данные Международной ассоциации и рабочих группы по биоразлагаемым полимерам [Электронный ресурс] Режим доступа: URL: http://tcj.ru/2005/5/biorazl\_5\_2005.pdf (дата обращения: 05.12.2012).

Повестка дня XXI века» [Электронный ресурс] Режим доступа: URL: www.un.org//russian/conferen/wssd/agenda21 (дата обращения: 05.12.2012).

## Контрольно-измерительные материалы

Итоговым контролем по данной дисциплине является зачет. Приведенный ниже перечень вопросов для самоконтроля ранжирован по основным разделам (модулям) дисциплины:

1. Аэробные процессы очистки сточных вод. Качество воды и методы очистки. Особенности биологических методов по сравнению с физико-химическими процесса очистки.
2. Анаэробные процессы очистки сточных вод. Теоретические основы процесса. Формальная кинетика. Биохимия и микробиология.
3. Метанотенки и биометаногенез как процесс ликвидации отходов и экологический метод получения энергоносителей. Типы и устройство метанотенков.
4. Ликвидация и переработка твердых бытовых отходов. Биометаногенез и компостирование – микробиология, биохимия и параметры процесса. Обезвреживание токсических продуктов.
5. Деградация ксенобиотиков. Основные принципы микробной трансформации ксенобиотиков. Трансгенные микроорганизмы – эффективные биодеструкторы ксенобиотиков и нефтепродуктов.
6. Преимущества и недостатки фитобиоремедиации.
7. Технологии фитобиоремедиации: ризофильтрация, фитоэкстракция, фитостимуляция, фитоиспарение.
8. Микроборемедиация. Агенты микроборемедиации. Преимущества микроборемедиации.
9. Микробная и микробно-ферментативная биотехнология.
10. Биоремедиация загрязненных почв и грунтов: биоремедиация in situ, биоремедиация ex situ.
11. Количество и качество отходов. Утилизация и конверсия. Сырой активный ил. Переработка ила. Переработка растительных отходов.
12. Метанотенки и биометаногенез как процесс ликвидации отходов и экологический метод получения энергоносителей. Типы и устройство метанотенков.
13. 3.Биометаногенез – микробиология, биохимия и параметры процесса. Ликвидация и переработка отходов свалок. Компостирование. Обезвреживание токсических продуктов.
14. Новейшие методы деградации ксенобиотиков. Иммобилизованные клетки и ферменты. Принципы и методы иммобилизации. Свойства иммобилизованных биосистем.
15. Типы реакторов с иммобилизованными клетками. Реакторы полного смешения. Реакторы с псевдосжиженным слоем. Реакторы с неподвижным слоем. Эрлифтные аппараты и анаэробные биореакторы.
16. Характеристика процессов, относящихся к «зеленой» биотехнологии
17. Молекулярно-генетические методы , разрабатываемые для получения препаратов сельскохозяйственного назначения
18. Пролонгированные препараты нового поколения для доставки средств защиты культурных растений и удобрений
19. Полигидроксиалканоаты – характеристика, субстраты и способы получения, штаммы-продуценты
20. Принципы биоразрушения ПГА. Факторы, влияющие на скорости биораспада ПГА в природе
21. Каким условиям должны отвечать индикаторные виды, используемые для количественного мониторинга загрязнения?
22. «Активный» и «пассивный» биомониторинг.
23. Каким отличительным свойством должны обладать индикаторные виды, используемые для оценки качества среды обитания, по сравнению с видами-индикаторами, используемыми для количественного мониторинга загрязнения водоема?
24. Особенность биоиндикации на клеточном, организменном, популяционном и ценотическом уровнях.
25. Специфические и неспецифические индикаторные реакции водных животных и растений. Приведите примеры.
26. Основные стадии реализации проекта и инструменты экологического менеджмента, применяемые на каждой из стадий.
27. Основные группы стандартов серии ИСО 14000, Дайте краткую характеристику основных стандартов серии ИСО 14000. Что является основным требованием стандарта ИСО 14001? Для чего предприятия могут внедрять СЭМ?
28. Основные этапы внедрения системы экологического менеджмента в соответствии с требованиями стандарта ИСО 14001 и их характеристика.
29. Принципы ранжирования воздействий предприятия на окружающую среду.
30. Этапы состоит стандартная методика оценки жизненного цикла продукта? Дайте краткую характеристику этих этапов.

# Организационно-методическое обеспечение учебного процесса по дисциплине в системе зачетных единиц

1.

## Основные положения применения кредитно-рейтинговой системы при организации учебного процесса в ФГАОУ СФУ

В соответствии с Положением об организации учебного процесса
в Сибирском федеральном университете с использованием зачетных единиц (кредитов) и балльно-рейтинговой системы организации учебного процесса с использованием системы зачетных единиц (з. е.) и балльно-рейтинговой системы (БРС) характеризуется следующие особенности:

* использование Европейской системы переноса и накопления зачетных единиц (кредитов ECTS) и БРС для оценки успешности освоения студентами учебных дисциплин;
* использование основных инструментов ECTS: учебного договора «Learning agreement», программы курсов «Course Catalogue», зачетной книжки «Transcript of Records»;
* полная обеспеченность учебного процесса всеми необходимыми методическими материалами в печатной и электронной формах: учебниками, методическими пособиями, учебно-электронными материалами, доступом к локальным и глобальным сетевым образовательным ресурсам;
* вовлечение в учебный процесс академических консультантов (тьюторов), содействующих студентам в формировании индивидуального учебного плана и контролирующих регистрацию учебных достижений;
* личное участие каждого студента в формировании своего индивидуального учебного плана на основе большой свободы выбора дисциплин.

Трудоемкость всех видов учебной работы устанавливается в з. е. как правило, 1 з. е. равна 36 академическим часам общей трудоемкости, или 27 астрономическим часам. Трудоемкость всех видов работы в учебных планах магистров устанавливается в з. е. (кредитах) и, как правило, соответствует 30 часам общей нагрузки. Трудоемкость может корректироваться в ходе мониторинга учебного процесса по особому регламенту.

Таким образом, зачетная единица (кредит) является условным параметром, рассчитываемым на основе реалистичных экспертных оценок совокупных трудозатрат среднего студента, необходимых для достижения целей обучения. Зачетные единицы (кредиты) назначаются всем образовательным компонентам учебного плана.

Рекомендуемые нормативы расчета трудоемкости дисциплин и видов работы учебных планов приведены в табл. 5.1.

К основным видам контроля относятся текущая, промежуточная и итоговая аттестации.

**Текущая аттестация** – аттестация во время семестра, включающая аттестацию на практических, семинарских занятиях, контрольных неделях, тестирование, защиту курсовых проектов (работ). Форма аттестации, ее программа
и трудоемкость определяются кафедрой и вносится в ЛКМ студента по дисциплине.

Оценка в 100-балльной шкале за выполнение и защиту курсового проекта (работы) может вноситься в ведомость, зачетную книжку и приложение к диплому.

 Таблица 5.1

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Расчет трудоемкости в з. е. |
| Общая трудоемкость;трудоемкость дисциплины, включающая зачет и трудоемкость курсовых проектов (работ)  | 1 з. е. = 36 акад. ч |
| Максимальная недельная трудоемкость;трудоемкость 1 недели практики, трудоемкость 1 недели итоговой аттестации | 1,5 з. е. = 54 акад. ч |
| Трудоемкость семестрового экзамена (3 дня подготовки и 1 день на экзамен) при выделении этой трудоемкости в учебном плане | 1 з. е. |
| Общая семестровая трудоемкость  | 30 з. е. |
| Общая годовая трудоемкость | 60 з. е. |

Перевод баллов 100-балльной шкалы в их числовые коэффициенты и буквенные оценки представлен в табл. 5.2.

Таблица 5.2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Оценкав 100-балльной шкале | Оценка в традиционной шкале | Буквенные эквиваленты оценок в шкале ECTS(% успешно аттестованных) |
| 84–100 | 5 (отлично) | А (отлично) – 10 %В (очень хорошо) – 25 %С (хорошо) – 30 %D (удовлетворительно) – 25 %E (посредственно) – 10 % |
| 67–83 | 4 (хорошо) |
| 50–66 | 3 (удовлетворительно) |
| 0–49 | 2 (неудовлетворительно) | FX – неудовлетворительно, с возможной пересдачейF – неудовлетворительно, с повторным изучением дисциплины |

**Промежуточная аттестация** – аттестация в период сессии, включает зачеты и экзамены, предусмотренные учебным планом и действующим в СФУ Положением о промежуточной аттестации. Трудоемкость промежуточной аттестации устанавливается кафедрой в соответствии с п. 3.11 положения.

При наличии в учебном плане по дисциплине двух и более видов промежуточной аттестации (зачет и экзамен, распределенный экзамен) распределение трудоемкостей устанавливается кафедрой и вносится в ЛКМ по дисциплине.

Неучастие в промежуточной аттестации в установленный срок без уважительной причины приравнивается к неудовлетворительной оценке. Если причина неучастия студента в промежуточном контрольном мероприятии является уважительной, преподаватель переносит это мероприятие для данного студента на другое время.

**Итоговая аттестация** (сдача государственных экзаменов), **оценка практик, защита дипломных проектов и работ,** предусмотренные учебным планом по направлению (специальности), осуществляются в установленном порядке. В перечисленных видах аттестаций используется 100-балльная шкала и учитываются отведенные учебными планами трудоемкости.

Для удобства и ясности планирования и оценки работы студентов в течение семестра кафедры составляют таблицу трудоемкостей, или **лист контрольных мероприятий** (ЛКМ). ЛКМ по дисциплине включает наименования разделов, модулей, видов учебной работы и их трудоемкости.

Трудоемкость дисциплины учебного плана представляется суммой трудоемкостей всех оцениваемых видов учебной работы.

Трудоемкости могут выражаться:

* в зачетных единицах (кредитах);
* в процентах и/или долях общей трудоемкости.

Трудоемкости *zi*, определенные в процентах от общей трудоемкости, дают максимальное количество баллов, которое студент может набрать по данному виду учебной работы.

Максимальное количество баллов, которое студент может набрать за текущую и промежуточную аттестации (зачет, экзамен) по дисциплине в семестре, распределяется в пропорции:

* текущая работа – 50 баллов;
* итоговая аттестация – 50 баллов.

Решением кафедры допускается изменение пропорции в пределах ±10 баллов при сохранении 100 баллов по дисциплине в целом.

***Средневзвешенная оценка***

Средневзвешенная оценка (*b*) по дисциплине устанавливается как сумма оценок (*bi*), умноженных на трудоемкость (*zi*) оцениваемых видов учебной работы за период аттестации, деленная на общую трудоемкость дисциплины за период аттестации (округляется до целых, может принимать значения от 0 до 100):



где *i* = 1, 2,…., *m* – номера оцениваемых видов учебной работы; *m* – количество оценок.

Если общую трудоемкость по дисциплине за период аттестации считать равной 1 (*z1+z2+….+zm=*1), то трудоемкости *zi* становятся весовыми коэффициентами оценок bi в расчете средневзвешенной оценки. Произведение весовых коэффициентов на оценки bi дает количество баллов, набираемых студентом по данному виду работ, а сумма баллов по всем видам работ и будет средневзвешенной оценкой.

Средневзвешенная оценка может переводиться в традиционную четырехбалльную шкалу или буквенную шкалу ECTS и выставляется:

* за период аттестации по модулю (по видам работы);
* за период аттестации по дисциплине (по модулям);
* за текущую работу в семестре по результатам прошедших аттестаций;
* за семестр в целом с учетом баллов за зачет;
* за семестр в целом с учетом баллов за экзамен;
* за учебный год и весь срок освоения основной образовательной программы.

Если по дисциплине имеется несколько средневзвешенных оценок (например, если дисциплина изучается несколько семестров), то итоговая оценка по дисциплине рассчитывается также как средневзвешенная.

## Применение кредитно-рейтинговой системы по дисциплине «Экологическая биотехнология»

Основной целью применения кредитно-рейтинговой системы по дисциплине «Экологическая биотехнология» является повышение эффективности оценки качества аудиторной и самостоятельной работы студентов за счет объективного измерения результатов работы студентов.

Кредитно-рейтинговая система по дисциплине «Экологическая биотехнология» базируется на следующих принципах.

1. Контроль всех видов учебной деятельности, включая аудиторную и самостоятельную работу студента.

2. Осуществление внутренней и внешней коррекции результатов обучения.

3. Индивидуальное планирование последующих этапов изучения дисциплины.

4. Комплексное использование различных форм опроса (устный опрос, письменный опрос, тестирование, собеседование, взаимоконтроль и т. д.).

К основным задачам применения кредитно-рейтинговой системы по дисциплине «Экологическая биотехнология» относятся:

* развитие личностных качеств студента (способность к саморазвитию; направленность на самоактуализацию, самореализацию и самоутверждение; повышение состязательности в учебе; активизация самостоятельной работы);
* формирование особенностей самоорганизации и самоуправления в образовательном процессе (самоконтроль, самооценка, планирование и прогнозирование диапазона уровня знаний, выбор студентом личной образовательной траектории);
* создание комфортных условий для учебы (сведение до минимума случайности при сдаче зачета, так как оцениваются все результаты, достигнутые в период обучения).

Применяемая в дисциплине «Экологическая биотехнология» модель рейтинговой системы оценивания, построенная по модульному принципу, предполагает систематическую подготовку студентов к занятиям, так как происходит оценивание результатов каждого вида учебной работы.

 Трудоемкость отдельных модулей и других видов учебной работы (выполнение итогового проекта) по дисциплине «Экологическая биотехнология» оценивается в относительных единицах и представлена в прил. 3.

По результатам промежуточных аттестаций студенту засчитывается трудоемкость дисциплины в зачетных единицах и выставляется дифференцированная оценка по 100-балльной шкале, которая характеризует качество освоения студентом знаний, умений и навыков по данной дисциплине. Стобалльная шкала основывается на распределении трудоемкости в процентном соотношении между текущей работой студента в семестре и аттестацией.

Нагрузка студента при изучении дисциплины «Экологическая биотехнология» распределена максимально планомерно. Это необходимо для того, чтобы студент мог оптимально реализовывать как учебную, так и научную работу, связанную с изучением данной дисциплины. Также в рекомендациях устанавливается график выполнения и проверки всех видов работы, преподаватель должен вовремя выдавать и проверять задания для самостоятельной работы (см. прил. 1)

Посещение лекций не приносит студентам значительное количество баллов, но является условием получения зачета, поскольку на лекциях освещаются наиболее сложные проблемы курса, дается информация о новых направления и тенденциях развития современной науки.

По отдельным видам трудоемкость распределена следующим образом:

8% – посещаемость лекционных занятий для обеспечения непосредственного контакта преподавателя при изучении теоретического материала и определения направленности самостоятельной работы;

32% – работа на практических занятиях;

10% – защита реферата;

50% – сдача зачета.

Для получения максимального количества зачетных единиц за реферативную работу необходимо, используя материалы лекционного курса, а также тексты источников и научную литературу из рекомендуемого списка, сосредоточить основное внимание на критическом анализе многообразного содержания базовых понятий биологии и биофизики и последних научных сведениях, связанных с освещаемой в реферате темой. Кроме того, необходимо продемонстрировать умение самостоятельно представить выбранную тему в целостном, системном виде, последовательно раскрывая ее основные аспекты, с соответствующими ссылками на степень научной изученности проблемы.

Итоговая аттестация, как правило, проходит в устной форме и требует от студентов не только хорошего, глубокого знания проблематики курса и текстов рекомендуемых источников и литературы, но и понимания практической значимости изучаемых в рамках дисциплины подходов и методов.

# Приложения

Приложение 1

ГРАФИК

учебного процесса и самостоятельной работы студентов

по дисциплине «Экологическая биотехнология»

направления 020400.68 «Биология» института ИФБиБТ,

**магистров второго года обучения** на 12 семестр

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование****дисциплины** | **Се-****местр** | **Число часов аудиторных занятий** | **Форма****контроля** | **Часов на самостоятельную работу** | **Недели учебного процесса семестра** |
| **Все-го** | **По видам** | **Все-го** | **По видам** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** |
| 1 | **Экологическая** **биотехнология** | **12** | **32** | **Лекции – 16** | **зачет** |  |  | ТО |   | ТО |  | ТО |  | ТО |  | ТО |  | ТО |  | ТО |  | ТО |  |
| **Практические****занятия – 16** |  | СЗ |  | СЗ |  | СЗ |  | СЗ |  | СЗ |  | СЗ |  | СЗ |  | СЗ |
|  | **40** | **ТО – 32** |  |  | ТО | ТО | ТО | ТО | ТО | ТО | ТО | ТО | ТО | ТО | ТО | ТО | ТО |  |
| **РФ – 8** |  | ВТР | ВТР |  |  |  |  |  |  |  |  |  | СРФ | СРФ | СРФ | СРФ |

**Условные обозначения:** ТО – изучение теоретического курса; СЗ – практические занятия; РФ – реферат; ВТР – выдача темы реферативного исследования; СРФ – сдача реферата

Заведующий кафедрой:

профессор Т. Г. Волова

 «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2012 г.

Директор Института

фундаментальной биологии

и биотехнологии СФУ, профессор В.А. Сапожников

«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2012 г.

Приложение 2

**Структура и содержание модулей дисциплины**

**«Экологическая биотехнология»**

направления 020400.68 «Биология» института ИФБиБТ,

**магистров второго года обучения** на 12 семестр

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№****п/п** | **Наименование** **модуля,****Срок его реализации** | **Перечень тем лекционного курса, входящих****в модуль** | **Перечень практических занятий, входящих в модуль** | **Перечень самостоятельных видов работ, входящих** **в модуль,** **их конкретное наполнение**  | **Формируемые компетенции** | **Умения** | **Знания** |
| 1 | **Модуль 1.** Биологические методы очистки стоков и утилизации твердых отходов1-ая неделя –3-ая неделя | Тема: 1.1, 1.2., 1.3, 1.4  | Практические занятия 1 ,2 | Самостоятельное изучение теоретического курса по темам: 1.1, 1.2., 1.3., 1.4, 1.5 | ОК-1,ОК-2,ОК-3,ОК-4,ОК-5,ПК-1,ПК-3,ПК-5,ПК-6,ПК-9,ПК-14,ПК-16 | Ориентироваться в современных направлениях и методах биотехнологии.Использовать знания по новейшим направлениям современной биотехнологии при изучении специальных дисциплин.Применять полученные знания для повышения качества жизни людей. Использовать полученные данные при написании рефератов, статей, научных проектов | -научных основ современной биотехнологии;-основных направлений получения и использования генетически модифицированных организмов различного уровня организации;-наученных основ новейших направлений и технологий получения целевых продуктов для различных областей применения;процессы для воспроизводства ресурсов пищи;-потенциал биологических способов для утилизации побочных и тупиковых продуктов техносферы; детоксикации ксенобиотиков;-понятие необходимости соблюдения этических норм и стратегии риска при развитии биотехнологических технологий;-направлений исследований и стратегии применения новых безопасных материалов, препаратов для сельского хозяйства, получаемых биотехнологическими способами;-научных основ современных методов аналитики состояния объектов окружающей среды; биоиндикации и биомониторинга;-методологии биоинженерии |
| 2 | **Модуль 2.** Биоремедиация5-ая неделя | Тема: 2.1, 2.2,  | Практическое занятия 3 | Самостоятельное изучение теоретического курса по темам: 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, Подготовка к ПК |
| 3 | **Модуль 3.**Технологическая биоэнергетика7-ая неделя | Тема: 3.1, 3.2  | Практическое занятие 4 | Самостоятельное изучение теоретического курса по темам: 3.1, 3.2, 3.3. |
| 4 | **Модуль 4.** Биотехнология и экологизация сельскохозяйственных технологий 9-ая неделя | Тема: 4.1, 4.2, 4.3 | Практическое занятие 5 | Самостоятельное изучение теоретического курса по темам: 4.1, 4.2 |
| 5 | **Модуль 5.** Разрушаемые биополимеры – экологическая альтернатива синтетическим неразрушаемым пластикам11-ая неделя | Тема:5.1, 5.2 | Практическое занятие 6 | Подготовка и защита реферата.Самостоятельное изучение теоретического курса по темам: 5.1, 5.2Подготовка к ПК |
| 6 | **Модуль 6.** Биоиндикация загрязнения водных экосистем13-ая неделя | Тема:6.1, 6.2  | Практическое занятие 7 | Самостоятельное изучение теоретического курса по темам: 6.1, 6.2, 6.3 |
| 7 | **Модуль 7.** Экологический менеджмент в биотехнологии15-ая неделя | Тема: 7.1, 7.2  | Практическое занятие 8 | Самостоятельное изучение теоретического курса по темам: 7.1, 7.2, 7.3 |

Приложение 3

**Трудоемкость модулей и видов учебной работы в относительных единицах по дисциплине «Экологическая биотехнология»**

направления 020400.68 «Биология» института ИФБиБТ**,**

**магистров второго года обучения** на 12 семестр

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Название модулей дисциплины** | **Срок реализации модуля** | **Текущая работа (50 %)** | **Аттестация****(50 %)** | **Итого** |
| Виды текущей работы | Сдача зачета |
| Посещаемостьлекций | Практические занятия | Подготовка и сдача рефератов |
| 1. | **Всего** |  | **8** | **32** | **10** | **50** | **100** |
| 1.1 | Введение в предмет «Экологическая биотехнология» | 1нед | 1 | 4 | 10 | 50 |  |
| 1.2 | Модуль 1. Биологические методы очистки стоков и утилизации твердых отходов | 2-4 нед | 1 | 4 |
| 1.3 | Модуль 2. Биоремедиация | 5-6 нед | 1 | 4 |
| 1.4 | Модуль 3.Технологическая биоэнергетика | 7-8 нед | 1 | 4 |
| 1.5 | Модуль 4. Биотехнология и экологизация сельскохозяйственных технологий | 9-10 нед | 1 | 4 |
| 1.6 | Модуль 5. Разрушаемые биополимеры – экологическая альтернатива синтетическим неразрушаемым пластикам | 11-12 нед | 1 | 4 |
| 1.7 | Модуль 6. Биоиндикация загрязнения водных экосистем | 13-14 нед | 1 | 4 |
| 1.8 | Модуль 7. Экологический менеджмент в биотехнологии | 15-16 нед | 1 | 4 |