

Министерство образования и науки Республики Казахстан  
Карагандинский государственный технический университет

**«Утверждаю»**  
**Председатель Ученого совета,**  
**ректор, академик НАН РК**  
**Газалиев А.М.**

---

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

## **ПРОГРАММА ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ СТУДЕНТА (SYLLABUS)**

Дисциплина ЕВ 4309 «Экологическая биотехнология»

ЕВZOS 34 Модуль Экологическая биотехнология и защита окружающей  
среды

Специальность 5В070100 – «Биотехнология»

Факультет инновационных технологий

Кафедра промышленной экологии и химии

## Предисловие

Программа обучения по дисциплине для студента (syllabus) разработана:  
к.б.н., Анной Петровной Андреевой, ст.преподавателем Гаухар  
Кайыркеновной Кабылбековой

Обсуждена на заседании кафедры промышленной экологии и химии  
Протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ С.К.Кабиева « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
(подпись)

Одобрена учебно-методическим советом факультета инновационных  
технологий  
Протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Председатель \_\_\_\_\_ Л.М.Мустафина « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
(подпись)

## Сведения о преподавателе и контактная информация

**Ф.И.О.** Андреева Анна Петровна

**Ученая степень, звание, должность** кандидат биологических наук, доцент

Кафедра промышленной экологии и химии находится в V корпусе КарГТУ (ул.Терешковой, 19), аудитория 32, контактный телефон 56–59–29, электронный адрес IEaCKSTU@mail.ru

### 1.2 Трудоемкость дисциплины

Семестр	Количество кредитов/ЕCTS	Вид занятий					Количество часов СРС	Общее количество часов	Форма контроля
		количество контактных часов			количество часов СРСП	всего часов			
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия					
7	3	30	15	--	45	90	45	135	ТЗ

### 1.3 Характеристика дисциплины

Дисциплина «Экологическая биотехнология» входит в цикл профильных дисциплин специальности 5В070100- «Биотехнология»

Важнейшая роль в вопросах защиты и охраны окружающей среды принадлежит биологии. Сама экология в традиционном понимании является биологической дисциплиной и изучает взаимоотношения организмов, включая человека, между собой и окружающей средой. Дальнейшее развитие биологии и внедрение ее достижений в практику – один из главных путей выхода из надвигающегося экологического кризиса. Большую роль играет при этом биотехнология. Биотехнология позволяет решать ряд экологических проблем, включая защиту окружающей среды от промышленных, сельскохозяйственных и бытовых отходов, деградацию токсикантов, попавших в среду, а также сама создает малоотходные промышленные процессы получения пищевых и лекарственных веществ, кормов, минерального сырья, энергии. Масштабы биологических процессов для решения природоохранных задач могут быть, по выражению Д. Беста, «ошеломляющими». Экология и биотехнология взаимодействуют как через продукты, так и через технологии. В целом это способствует экологизации антропогенной деятельности и возникновению более гармоничных отношений между обществом и природой.

### 1.4 Цель дисциплины

Ознакомить студентов с основными экологическими проблемами окружающей среды, связанными с загрязнениями промышленных и бытовых сточных вод; повышенными концентрациями тяжелых металлов и радионуклидов в почвах, водоемах и воздухе территорий РК, вследствие действия таких техногенных факторов, как взрывы атомных и водородных бомб, добычи урана и различных металлов; повышенными концентрациями

органических загрязнителей в почвах, прилегающих к районам добычи и переработки нефти; загрязнение почв, связанное с применением гербицидов, пестицидов, инсектицидов и т.д., для решения которых требуется применение биотехнологий, т.е. с технологий, основанных на применении биообъектов (целых микробных клеток, ферментных комплексов, отдельных ферментов в различных технологических формах).

### **1.5 Задачи дисциплины**

-дать историческую справку о становлении и развитии экологической биотехнологии как науки

- ознакомить с основными характеристиками различных сточных вод;
- показать значение микроорганизмов в сохранении природного равновесия вследствие их активного участия в кругообороте веществ в природе;

- ознакомить с основными принципами биотехнологий, типами биореакторов, использующихся для очистки объектов внешней среды;

- дать представления о возможностях микроорганизмов и их использовании в биотехнологиях для очистки сточных вод, получении биогаза и оздоровления окружающей среды;

- ознакомить с новыми технологиями биоочистки, основанными на использовании биокатализаторов нового поколения – иммобилизованных ферментов и целых микробных клеток;

- дать представление о принципах использования биоремедиации для очистки почв, загрязненных органическими и неорганическими загрязнителями, тяжелыми металлами и радионуклидами, основанных на специфических свойствах и взаимоотношениях растений и почвенных микроорганизмов;

- показать возможности генной инженерии в создании микроорганизмов с новыми свойствами для решения экологических проблем;

- закрепить теоретические знания на практических занятиях;

- дать практические навыки по использованию различных методов для характеристики и проведения мероприятий по очистке сточных вод и почв;

- научить применять полученные знания для разработки стратегий по решению конкретных экологических проблем.

В результате изучения данной дисциплины студенты должны **иметь представление о:**

Предмет и задачи экологической биотехнологии, ее значение в современном обществе. Биогеохимические циклы. Роль микроорганизмов в кругообороте веществ. Схемы кругооборота углерода, кислорода, азота и серы. Взаимосвязь микроорганизмов в естественных экосистемах – почвах и водоемах. Межвидовые отношения и взаимоотношения микроорганизм – растение. Синтрофизм.

Основные характеристики сточных вод. Бытовые, промышленные и сельскохозяйственные стоки, их состав и критерии оценки качества. Методы определения ХПК (химическое потребление кислорода) и БПК (биохимическое потребление кислорода), их характеристическая и

прогностическая значимость. Примеры по данным ХПК и БПК различных предприятий. Характеристика методов очистки сточных вод, их преимущества и недостатки. Достоинства и недостатки биохимических методов очистки сточных вод. Виды операций в очистных сооружениях с использованием микроорганизмов. Экстенсивные и интенсивные системы очистки сточных вод. Пути биотехнологического усовершенствования интенсивных методов переработки бытовых и производственных сточных вод. Интенсификация процессов очистки методом пространственного разделения различных микробных консорциумов, преимущества и недостатки этого метода. Использование рекомбинантных штаммов для утилизации трудноокисляемых, высокотоксичных или ароматических веществ.

Аэробные и анаэробные процессы очистки сточных вод, их характеристика.

Реакторы, используемые для аэробной очистки сточных вод. Схема работы гомогенных реакторов. Популяционные проблемы «активного ила».

Формирование ценозов «активного ила». Микроорганизмы «активного ила», их соотношение и значимость отдельных консорциумов. Формирование зооглей – симбиоза популяций микроорганизмов, покрытых общей слизистой оболочкой.

Роль простейших в эффективности работы «активного ила». Показатель НОВ

(нагрузка на ил по органическому веществу – важнейший параметр при проектировании станций аэрации.

Управление работой вторичного отстойника. Реакторы с неподвижной биопленкой – биофильтры, процессы, которые в них происходят. Технологическая схема процессов, протекающих с использованием биофильтров. Классификация биофильтров в зависимости от способа очистки, вида загрузочного материала и режима подачи жидкости. Заиливание биофильтров. Использование иммобилизованных клеток микроорганизмов в аэротенках – вытеснителях с применением стеклоершей

**знать:**

Знание основных закономерностей существования живых систем, их взаимоотношений в природе, характер влияния человека на состояние окружающей среды. Природные и техногенные факторы, влияющие на экологическую ситуацию.

**уметь:** Изучение курса на начальном этапе подготовки биотехнологов дает возможность студентам глубже освоить дисциплины специализации, закрепить теоретические знания на семинарских и практических занятиях. Преподавание данного курса, наряду со смежными дисциплинами («Биотехнология микроорганизмов», «Экология» и др.), включенными в перечень типового учебного плана, обеспечит непрерывный и комплексный подход к подготовке биотехнологов.

**приобрести практические навыки:**

соблюдения правил техники безопасности, обращения с лабораторной посудой и оборудованием, самостоятельной работы над учебной и специальной литературой; планирования и проведения эксперимента, интерпретации его результатов, решения биотехнологических задач расчетного и теоретического характера.

## 1.6 Пререквизиты

Для изучения данной дисциплины необходимо усвоение следующих дисциплин (с указанием разделов (тем)):

Дисциплина	Наименование разделов (тем)
1 Экология микроорганизмов	Морфология и номенклатура микроорганизмов
	Микроорганизмы и среда обитания (почва, вода, воздух, различные субстраты)
2 Экология и устойчивое развитие	1. Биосфера- глобальная экосистема
	2. Популяция в экосистеме
	3. Человек в экосистеме
	4. Человечество в биосфере
3. Цитология растительной клетки	1. Механизмы клеточного деления
	2. Старение и гибель клеток

## 1.7 Постреквизиты

Специальность	Наименование дисциплины
5В070100 – «Биотехнологич»	«Генная инженерия прокариот»
	«Пищевая биотехнология»
	«Биотехнология микроорганизмов»

## 1.8 Содержание дисциплины

### 1.8.1 Содержание дисциплины по видам занятий и их трудоемкость

Наименование раздела, (темы)	Трудоемкость по видам занятий, ч.			
	лекции	практич. раб.	СРСП	СРС
Лекция №1 Исторические факты развития экологической биотехнологии.	4			5
Лекция №2 Основные характеристики сточных вод.	4			6
Лекция №3 Примеры по данным ХПК и БПК различных предприятий.	4			3
Лекция № 4 Пути биотехнологического усовершенствования интенсивных методов	4			4

переработки бытовых и производственных сточных вод.				
Лекция №5 Аэробные и анаэробные процессы очистки сточных вод, их характеристика.	2			4
Лекция №6 Реакторы, использующиеся для аэробной очистки сточных вод. Схема работы гомогенных реакторов.	4			6
Лекция №7 Утилизация твердых отходов	2			6
Лекция № 8 Биоочистка газовоздушных выбросов	2			6
Лекция №9 Биодеграция ксенобиотиков	4			6
Практическая работа №1 Влияние концентрации субстрата на рост микроорганизмов		1		
Практическая работа № 2 Определение скорости разбавления		2		
Практическая работа № 3 Приобретение навыков приготовления и расчетов концентраций растворов		2		
Практическая работа № 4: Микроорганизмы в биотехнологическом производстве		2		
Практическая работа №5 Получение белков человека и животных		2		
Практическая работа № 6: Синтез и получение микробного белка		2		
Практическая работа № 7 Микробный синтез		2		
Практическая работа № 8: Биоэнерготехнология		2		
Тема СРСП 1. Предмет и задачи экологической биотехнологии, ее значение в современном обществе.			4	
Тема СРСП 2. Биогеохимические циклы.			5	
Тема СРСП 3. Роль микроорганизмов в кругообороте веществ.			4	
Тема СРСП 4. Схемы кругооборота углерода, кислорода, азота и серы.			4	
Тема СРСП 5. Взаимосвязь микроорганизмов в естественных экосистемах – почвах и водоемах.			5	
Тема СРСП 6. Синтрофизм			4	
Тема СРСП 7. Межвидовые отношения и взаимоотношения микроорганизм –			5	

растение.				
Тема СРСП 8. Бытовые, промышленные и сельскохозяйственные стоки, их состав и критерии оценки качества.			4	
ИТОГО:	30	15	45	45

### Тематический план самостоятельной работы студента с преподавателем

Наименование темы СРСП	Цель занятия	Форма проведения занятия	Содержание задания	Рекомендуемая литература
Тема 1. Предмет и задачи экологической биотехнологии, ее значение в современном обществе.	Формирование навыка решения задач данного типа	Решение задач	Решение задач	[4, с.7-14]
Тема 2. Биогеохимические циклы.	Формирование навыка решения задач данного типа	Решение задач		[4, с. 106-117]
Тема 3. Роль микроорганизмов в кругообороте веществ.	Формирование навыка решения задач данного типа	Решение задач		[4, с. 106-117]
Тема 4. Схемы кругооборота углерода, кислорода, азота и серы.	Формирование навыка решения задач данного типа	Решение задач		[4, с. 106-117]
Тема 5. Взаимосвязь микроорганизмов в естественных экосистемах – почвах и водоемах.	Формирование навыка решения задач данного типа	Решение задач		[4, с. 106-117]
Тема 6. Синтрофизм	Формирование навыка решения задач	Решение задач		[4, с. 106-117]



	задач данного типа			
Тема 7. Межвидовые отношения и взаимоотношения микроорганизм – растение.	Формирование навыка решения задач данного типа	Решение задач		[4, с. 106-117]
Тема 8. Бытовые, промышленные и сельскохозяйственные стоки, их состав и критерии оценки качества.	Формирование навыка решения задач данного типа	Решение задач	Решение задач	[4, с.14-20]

### Темы контрольных заданий для СРС

1. Формы биопрепаратов
2. Биоремедиация
3. Микробная биотехнология
4. Микробно-ферментная биотехнология
5. Микробно-ферментные составы (биопрепараты) Микрозим(tm)
6. Биологическая очистка сточных вод :
7. Очистка водоемов, восстановление биологического баланса и самоочищения водоемов
8. Биоремедиация - биологическая очистка почвы и воды от нефти и нефтепродуктов
9. Укоренное компостирование органики
10. Очистка отстойников
11. Утилизация и обезвреживание твердых жиров, очистка жиросодержащих стоков
12. Утилизация и обезвреживание фекалий, очистка хозфекальных стоков
13. Получение газа метан (биогаз) из органических отходов

### Критерии оценки знаний студентов

Экзаменационная оценка по дисциплине определяется как сумма максимальных показателей успеваемости по рубежным контролям (до 60%) и итоговой аттестации (экзамен) (до 40%) и составляет значение до 100% в соответствии с таблицей.

Оценка по	Цифровые	Процентное	Оценка по
-----------	----------	------------	-----------

буквенной системе	эквиваленты буквенной оценки	содержание усвоенных знаний	традиционной системе
A	4,0	95-100	Отлично
A-	3,67	90-94	
B+	3,33	85-89	Хорошо
B	3,0	80-84	
B-	2,67	75-79	
C+	2,33	70-74	Удовлетворительно
C	2,0	65-69	
C-	1,67	60-64	
D+	1,33	55-59	
D	1,0	50-54	
F	0	30-49	Неудовлетворительно

Оценка «А» (отлично) выставляется в том случае, если студент в течение семестра показал отличные знания по всем программным вопросам дисциплины, а также по темам самостоятельной работы, регулярно сдавал рубежные задания, проявлял самостоятельность в изучении теоретических и прикладных вопросов по основной программе изучаемой дисциплины, а также по внепрограммным вопросам.

Оценка «А-» (отлично) предполагает отличное знание основных законов и процессов, понятий, способность к обобщению теоретических вопросов дисциплины, регулярную сдачу рубежных заданий по аудиторной и самостоятельной работе.

Оценка «В+» (хорошо) выставляется в том случае, если студент показал хорошие и отличные знания по вопросам дисциплины, регулярно сдавал семестровые задания в основном на «отлично» и некоторые на «хорошо».

Оценка «В» (хорошо) выставляется в том случае, если студент показал хорошие знания по вопросам, раскрывающим основное содержание конкретной темы дисциплины, а также темы самостоятельной работы, регулярно сдавал семестровые задания на «хорошо» и «отлично».

Оценка «В-» (хорошо) выставляется студенту в том случае, если он хорошо ориентируется в теоретических и прикладных вопросах дисциплины как по аудиторным, так и по темам СРС, но нерегулярно сдавал в семестре рубежные задания и имел случаи пересдачи семестровых заданий по

дисциплине. Оценка «С+» (удовлетворительно) выставляется студенту в том случае, если он владеет вопросами понятийного характера по всем видам аудиторных занятий и СРС, может раскрыть содержание отдельных модулей дисциплины, сдает на «хорошо» и «удовлетворительно» семестровые задания.

Оценка «С» (удовлетворительно) выставляется студенту в том случае, если он владеет вопросами понятийного характера по всем видам аудиторных занятий и СРС, может раскрыть содержание отдельных модулей дисциплины, сдает на «удовлетворительно» семестровые задания.



Рубежный контроль проводится на 7,14-й неделях обучения и складывается исходя из следующих видов контроля:

### Политика и процедуры

- 1 Не опаздывать на занятия.
- 2 Не пропускать занятия без уважительной причины, в случае болезни прошу представить справку, в других случаях – объяснительную записку.
- 3 В обязанности студента входит посещение всех видов занятий.
- 4 Согласно календарному графику учебного процесса сдавать все виды контроля.
- 5 Пропущенные практические и лабораторные занятия отрабатывать в указанное преподавателем время.
- 6 Отключать сотовые телефоны.
- 7 Активно участвовать в учебном процессе.
- 8 Своевременно выполнять домашние задания.
- 9 Не выходить беспричинно из аудитории без разрешения преподавателя.
- 10 Быть терпимыми, открытыми, откровенными, доброжелательными к сокурсникам и преподавателям

### Учебно-методическая обеспеченность дисциплины

Ф.И.О. автора	Наименование учебно-методической литературы	Издательств о, год издания	Количество экземпляров	
			в библиотеке	на кафедре
<b>Основная литература</b>				
1. Варежкин Ю. М., Михайлова А. И., Терентьев А. М.	Методы интенсификации процесса биологической очистки сточных вод.	М., 2007	12	
2. Голубовская Э. К.	Микроорганизмы очистных сооружений.	.- Л., 2005	11	
3. Гюнтер Л. И., Аграноник Р. Я., Гольдфарб Л. Л.	Сбраживание осадков городских сточных вод в метанотенках.	.- М., 2006	3	
4. Данилович Д. Л., Монгайт А. И.	Анаэробная очистка концентрированных сточных вод	- М., 2009	12	

5. Евилевич М. А., Брагинский Л. Н	Оптимизация биохимической очистки сточных вод.	–Л., 2009.	11	
6. Кузьменкова А. М.	Использование компостов из твердых бытовых отходов.	М., 2006.	4	
<b>Дополнительная литература</b>				
1. Ротмистров М. Н., Гвоздяк П. И., Ставская С. С.	Микробиологическая очистка воды.	– Киев, 1998.	2	
2. Тавартниладзе И. М., Клепикова В. В	Очистка сточных вод на биофильтрах.	– Киев, 1993.	1	
3. Туровский И. С	Обработка осадков сточных вод.	– М., 1998.	1	
4. К. Ферстера и Д. Вейза.	Экологическая биотехнология.	–Л., 1990.	1	
5. Яковлев С. В., Воронов Ю. В.	Биологические фильтры. –	М., 1992.	1	
6. Bellmanу W. D	The use of microbiological agents in upgrading waste for feed and food.	–London, 1993.	1	
7. Ротмистров М. Н., Гвоздяк П. И., Ставская С. С	Микробиологическая очистка воды.	– Киев, 1978.	1	
8. Тавартниладзе И. М., Клепикова В. В..	Очистка сточных вод на биофильтрах	– Киев, 1993.	1	
9. Туровский И. С	Обработка осадков сточных вод.	– М., 1998.	1	

### График выполнения и сдачи заданий по дисциплине

Вид контроля	Цель и содержание задания	Рекомендуемая литература	Продолжительность выполнения	Форма контроля	Срок сдачи
СРСП №1	Предмет и задачи экологической	[4, стр.7-14], [1]	15 минут	текущий	2 неделя

	биотехнологии, ее значение в современном обществе.				
СРСП №2	Биогеохимические циклы.	[4,стр.14-29], [1]	15 минут	текущий	3 неделя
Практическая работа №1	Влияние концентрации субстрата на рост микроорганизмов	[1,5]	80 минут	текущий	3 неделя
СРСП №3	Роль микроорганизмов в кругообороте веществ.	[4,стр.7-29], [1- 3, 6]	40 минут	рубежный	5 неделя
Практическая работа №2	Определение скорости разбавления	[1,5]	80 минут	текущий	5 неделя
СРСП №4	Схемы кругооборота углерода, кислорода, азота и серы.	[4,стр.40-53], [1]	15 минут	текущий	7 неделя
Коллоквиум №1	Экологические аспекты и биотехнология	[1-3, 6-13]	3 недели	текущий	6 неделя
Практическая работа №3	Приобретение навыков приготовления и расчетов концентраций растворов	[1,5]	80 минут	текущий	6 неделя
СРСП №5	Взаимосвязь микроорганизмов в естественных экосистемах – почвах и водоемах.	[4,стр.53-73], [1]	15 минут	текущий	9 неделя
Практическая работа №4	Микроорганизмы в биотехнологическом	[1,5]	80 минут	текущий	7 неделя

	производстве				
СРСП №6	Синтрофизм	[4,стр.53-73], [1]	15 минут	текущи й	11 неде ля
Коллокви ум №2	Биоэнерготехнол огия	[1-3, 6-13]	3 недели	текущи й	12 неде ля
Практичес кая работа №5	Получение белков человека и животных	[4,стр.53]	80 минут	текущи й	9 неде ля
Практичес кая работа №6	Синтез и получение микробного белка	[4,стр.53]	80 минут	текущи й	10 неде ля
Практичес кая работа №7	Микробный синтез	[4,стр.53]	80 минут	текущи й	11 неде ля
СРСП №7	Межвидовые отношения и взаимоотнoшени я микроорганизм – растение	[4,стр.156-167], [1- 3, 6]	15 минут	текущи й	13 неде ля
СРСП №8	Бытовые, промышленные и сельскохозяйств енные стоки, их состав и критерии оценки качества.	[4,стр.73-89], [1]	15 минут	текущи й	14 неде ля
Экзамен	Тестовый контроль			итогов ый	В пери од сесс и

### Вопросы для самоконтроля

1. Связи биотехнологии с биологическими, химическими, техническими и другими науками.
2. Преимущества микроорганизмов перед другими объектами в решении современных биотехнологических задач.
3. Использование животных и культур животных клеток для продукции биологически активных веществ.

4. Основные требования, предъявляемые к системам, используемым для процессов ферментации.

5. Типы и режимы ферментаций: периодические и непрерывные процессы. Проблемы аэрирования, пеногашения, асептики и стерильности при различных ферментациях.

6. Методы дезинтеграции клеток: физические, химические и ферментативные.

7. Последовательные стадии производства и очистки белковых продуктов.

8. Технология производства ферментов для промышленных целей.