

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор, проректор по УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

16» 01 2024 года

## Рабочая программа дисциплины

**2.1.8.2(Ф)** Проблемы экологической биотехнологии

Учебный план: 1.5.15. ИХПЭ 2024 ОО 2024-2025 уч.год.plx

Кафедра: **18** Инженерной химии и промышленной экологии

Научная специальность: 1.5.15. Экология

Уровень образования: аспирантура

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практ. занятия				
5	УП	21	42	45	3	Зачет
	РПД	21	42	45	3	
Итого	УП	21	42	45	3	
	РПД	21	42	45	3	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии приказом Минобрнауки России от 20.10.2021 № 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)"

Составитель (и):

доктор технических наук, Профессор

Витковская Раиса  
Федоровна

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой инженерной химии и  
промышленной экологии

Бусыгин Николай Юрьевич

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Бусыгин Николай Юрьевич

Методический отдел:

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** сформировать у аспирантов знания, умения и навыки, в области экологии, позволяющие применить их для успешного решения в своей профессиональной деятельности задач охраны окружающей среды и ресурсосбережения на основе использования биологических систем.

**1.2 Задачи дисциплины:**

- ознакомить обучающихся с современными биообъектами и методами экологической биотехнологии;
- ознакомить обучающихся с направлениями развития техники и технологии рационального природопользования и защиты окружающей среды с использованием биохимического потенциала микроорганизмов и растений;
- научить обучающихся рациональному выбору биологических объектов, с позиции их доступности и биотехнологических возможностей.

**1.3 Место дисциплины в структуре программы аспирантуры:**

Дисциплина относится к Образовательному компоненту «Дисциплины (модули)» Программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Знания и умения, полученные аспирантами при изучении данной дисциплины, необходимы при подготовке к сдаче кандидатского экзамена и написании диссертационной работы

История и философия науки

Научная деятельность, направленная на подготовку диссертации к защите

Автоматизированные системы обработки экспериментальных данных

## 3 СОДЕРЖАНИЕ И ПОРЯДОК ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Экология и биотехнологии в защите и оздоровлении окружающей среды.	5				С
Тема 1. Предмет экологической биотехнологии, ее цели и задачи. Биотехнологические методы и средства защиты окружающей среды. Биологические агенты. Практическое занятие "Роль развития экобиотехнологии в различных отраслях народного хозяйства (семинар)"		1	4	4	
Тема 2. Экология микроорганизмов. Микробные биоценозы. Направление использования микроорганизмов в промышленной экологии. Минерализация, биотрансформация, микробиологическая конверсия. Практическое занятие "Направления использования микроорганизмов в промышленной экологии (семинар)"		3	4	4	
Раздел 2. Растения в биотехнологических процессах					
Тема 3. Функции растений в водоемах. Биотехнология обезвреживания сточных вод растениями. Практическое занятие "Биохимическая деятельность растений в водоемах и их использование в биотехнологии (семинар)".		2	4	4	
Тема 4. Водно-воздушные, свободно плавающие, погружные растения. Культивирование растений в системах очистки воды. Практическое занятие "Растения в системах очистки воды (семинар)".	2	4	4	ДС	

Тема 5. Естественная почвенная микрофлора и детоксикация почв от пестицидов, химических и биологических загрязнителей. Биоремедиация почв. Биотехнологическое производство и исследование биоудобрений, биологических стимуляторов роста растений, средств борьбы с болезнями и вредителями растений. Практическое занятие "Методы биоремедиации природных сред (семинар)".		2	4	4	
Раздел 3. Биотехнологии в переработке техногенных отходов					С
Тема 6. Специально адаптированные микроорганизмы-биодеструкторы экотоксикантов. Имобилизованные микроорганизмы. Полимерные насадки. Практическое занятие "Микроорганизмы-биодеструкторы загрязнений. Способы их селекции конструирования и применение (семинар)".		2	4	4	
Тема 7. Загрузки волокнистой структуры в качестве носителей микрофлоры в процессах биоремедиации. Практическое занятие "Синтез волокнистых носителей для культивирования микроорганизмов (семинар)".		2	4	5	
Тема 8. Состав газовой воздушной смеси, подверженной биодеструкции и дезодорации. Практическое занятие "Методы биоремедиации природных сред (семинар)".		2	4	5	
Тема 9. Биологические ассоциации в аэробных и анаэробных процессах очистки сточных вод. Фиторемедиация. Воздействие растений на окружающую среду. Особенности и преимущества биоремедиации с использованием растений. Практическое занятие "Биотехнология в очистке сточных вод (семинар)".		2	4	5	
Тема 10. Процесс биодegradации твердых отходов и содержимого свалок. Анаэробная переработка твердых отходов с получением биогаза. Методы биоремедиации с помощью микроорганизмов (природных, специализированных, генетически модифицированных). Практическое занятие "Биотехнологические процессы в переработке и утилизации твердых отходов (семинар)".		3	6	6	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		21	42	45	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0			
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		63		45	

#### 4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 4.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся принял активное участие в семинарах, представил презентации к своим сообщениям, уверенно ответил на вопросы преподавателя и выполнил практическое задание, возможно допуская несущественные ошибки в ответе.	

Не зачтено	Обучающийся не проявил активности на семинарах, не представил презентации к своим сообщениям, не ответил на вопросы преподавателя и/или не выполнил практическое	
	задание, допускал существенные ошибки в ответе, свидетельствующие о недостаточном понимании предмета.	

#### 4.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

##### 4.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 5	
1	Роль биотехнологии в защите и оздоровлении биосферы.
2	Предмет экологической биотехнологии, ее цели и задачи.
3	Биотехнологические методы и средства защиты окружающей среды.
4	Биологические агенты и процессы экологической биотехнологии.
5	Микроорганизмы главные биологические агенты экологической биотехнологии.
6	Экология микроорганизмов.
7	Роль микроорганизмов в превращении и круговороте веществ.
8	Механизмы адаптации микроорганизмов к условиям внешней среды и промышленным загрязнителям.
9	Микробиологическое преобразование ксенобиотиков, антропогенных примесей в почве и воде.
10	Направления использования микроорганизмов для защиты окружающей среды.
11	Деградация и детоксикация загрязнителей путем биотрансформации.
12	Биотехнология обезвреживания сточных вод растениями.
13	Культивирование водно-воздушных, свободноплавающих, погруженные растений в системах очистки воды.
14	Основные типы биотехнологических сооружений с использованием водной растительности.
15	Сущность биохимических процессов очистки сточных вод, их особенности и преимущества.
16	Системы очистки со взвешенными и неподвижными клетками микроорганизмов.
17	Метод адаптированных микробных культур для очистки окружающей среды от ксенобиотиков.
18	Биотехнологии очистки сточных вод от труднорастворимых соединений.
19	Иммобилизованные микроорганизмы в процессах очистки воды.
20	Физиология иммобилизованных микроорганизмов.
21	Типы реакторов с иммобилизованными микроорганизмами.
22	Обеззараживание и обезвреживание осадков сточных вод (химическое, радиационное, термическое, биотермическая обработка).
23	Биологическая очистка воздуха, составы газовых смесей, подверженных биологической очистке.
24	Микробные культуры для разложения и детоксикации загрязнителей воздушной среды, их физиология и способы культивирования.
25	Биореакторы для мокрой и сухой биоочистки воздуха.
26	Очистка и дезодорация промышленных газов с помощью микроорганизмов.
27	Производство биогаза.
28	Переработка твердых отходов путем компостирования.
29	Присутствие и выживание патогенных микроорганизмов в компосте. Влияние компостов на микрофлору почвы.
30	Биологическая детоксикация и восстановление почв.
31	Детоксикация почвы от пестицидов и других химических загрязнителей. Биоремедиация почв.
32	Биологические методы контроля окружающей среды.
33	Биотестирование и биоиндикация.

##### 4.2.2 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Примеры практико-ориентированных заданий приведены в приложении к рабочей программе.

#### 4.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

##### 4.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

#### 4.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

#### 4.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- время на подготовку к устному собеседованию составляет 20 минут;
- выполнение практико-ориентированного задания составляет 20 минут.

### 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 5.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Дворецкий, Д. С., Дворецкий, С. И., Акулинин, Е. И., Темнов, М. С.	Методология проектирования биотехнологических производств	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2020	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/115721.html">https://www.iprbooks.hop.ru/115721.html</a>
Алаудинова, Е. В., Миронов, П. В.	Методологические основы исследований в биотехнологии	Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева	2018	<a href="http://www.iprbookshop.ru/94888.html">http://www.iprbookshop.ru/94888.html</a>
Дворецкий, Д. С., Дворецкий, С. И., Акулинин, Е. И., Голубятников, О. О., Темнов, М. С.	Системный анализ и оптимизация биотехнологических производств	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/99812.html">http://www.iprbookshop.ru/99812.html</a>
Будкевич, Е. В., Будкевич, Р. О.	Основы нанобиотехнологии. Фундаментальные основы нанобиотехнологий	Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет	2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/66078.html">http://www.iprbookshop.ru/66078.html</a>
Копнина, А. Ю., Смирнов, Б. Ю.	Биотехнологии очистки сточных вод	Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2018	<a href="http://www.iprbookshop.ru/91757.html">http://www.iprbookshop.ru/91757.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Долгунин, В. Н., Пронин, В. А.	Биотехнологические процессы и аппараты	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2020	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/115710.html">https://www.iprbooks.hop.ru/115710.html</a>
Осовская, И. И., Приходько, А. А.	Применение полимеров в биотехнологии и биоинжиниринге. Морские водоросли. Применение в биотехнологии	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна	2020	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/118471.html">https://www.iprbooks.hop.ru/118471.html</a>
Шуваева, Г. П., Свиридова, Т. В., Корнеева, О. С., Мальцева, О. Ю., Мещерякова, О. Л., Мотина, Е. А.	Микробиология с основами биотехнологии (теория и практика)	Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий	2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/70810.html">http://www.iprbookshop.ru/70810.html</a>
Дрегуло А. М., Витковская Р. Ф.	Экологическая биотехнология. Лабораторный практикум	СПб.: СПбГУПТД	2018	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2018214">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2018214</a>
Просеков, А. Ю., Кригер, О. В., Милентьева, И. С., Бабич, О. О.	Основы биотехнологии	Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности	2015	<a href="http://www.iprbookshop.ru/61271.html">http://www.iprbookshop.ru/61271.html</a>

#### 5.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. ЭБС «IPRbooks», <http://www.iprbookshop.ru>
2. ЭБС «СПбГУПТД», <http://publish.sutd.ru>
3. ГУП Водоканал Санкт-Петербурга [www.vodokanal.spb.ru](http://www.vodokanal.spb.ru)

### 5.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Microsoft Office Standart Russian Open No Level Academic

Microsoft Windows Professional Upgrade Академическая лицензия

Microsoft Windows

### 5.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска

### Приложение

к рабочей программе дисциплины «Проблемы экологической биотехнологии»  
по направлению подготовки 1.5.15. Экология

#### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

№ п/п	Условия типовых задач	Ответ										
1	<p>Проведена ферментативная обработка волокнистых целлюлозосодержащих медицинских отходов класса А (неинфицированных) следующими ферментными препаратами: B1 221-151 #3-351.2H <i>Penicillium verruculosum</i>; #2310 <i>Trichoderma reesei</i>; препарат B1 F10 H #3-331 β-Glu <i>Aspergillus niger</i> штамма <i>Penicillium verruculosum</i>; Агроцелл, содержащий фермент целлюлазу, выделенную из мутантного штамма <i>Trichoderma longibrachiatum</i> TW-420 ВКМ F-3880D, с активностью не менее 4000 ед/г. Концентрацию глюкозы оценивали на спектрофотометре Philips PU8630 по величине оптической плотности раствора при разбавлении R=100 раз при длине волны 490 нм. Калибровка представлена на рисунке:</p> <div data-bbox="252 555 1031 994" style="text-align: center;"> </div> <p>Для калибровки в программе MS Excel построено линейное аппроксимирующее уравнение, из которого следует, что оптическая плотность фона D490фона = 0,0049. (см. рисунок) Для расчета концентрации глюкозы в исследуемом образце можно использовать формулу: Сглюкозы (г/л) = (D490пробы – D490фона) R / 0,9796 Таблица 1 – Экспериментальные данные</p> <table border="1" data-bbox="240 1193 1209 1417"> <thead> <tr> <th data-bbox="240 1193 435 1335">Ферментный препарат</th> <th data-bbox="435 1193 630 1335">B1 221-151 #3-351.2H (<i>Penicillium verruculosum</i>)</th> <th data-bbox="630 1193 825 1335">#2310 целлюлаза (<i>Trichoderma reesei</i>)</th> <th data-bbox="825 1193 1019 1335">B1 F10 H #3-331 β-Glu <i>Aspergillus niger</i> (<i>Penicillium verruculosum</i>)</th> <th data-bbox="1019 1193 1209 1335">Агроцелл (<i>Trichoderma longibrachiatum</i> TW-420 ВКМ F-3880D)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="240 1335 435 1417">Оптическая плотность D490пробы</td> <td data-bbox="435 1335 630 1417">0,048</td> <td data-bbox="630 1335 825 1417">0,035</td> <td data-bbox="825 1335 1019 1417">0,01</td> <td data-bbox="1019 1335 1209 1417">0,05</td> </tr> </tbody> </table> <p>Сравнить гидролитическую активность данных препаратов по выходу глюкозы из исследуемого отхода, используя глюкозооксидазно-пероксидазный метод (ГОПМ).</p>	Ферментный препарат	B1 221-151 #3-351.2H ( <i>Penicillium verruculosum</i> )	#2310 целлюлаза ( <i>Trichoderma reesei</i> )	B1 F10 H #3-331 β-Glu <i>Aspergillus niger</i> ( <i>Penicillium verruculosum</i> )	Агроцелл ( <i>Trichoderma longibrachiatum</i> TW-420 ВКМ F-3880D)	Оптическая плотность D490пробы	0,048	0,035	0,01	0,05	<p>Расчетные концентрации глюкозы составляют для перечисленных ферментов 4.4, 3.1, 0.5 и 4.6 соответственно. Наиболее высокую активность к биоконверсии данного отхода проявил ферментный препарат Агроцелл мутантного штамма <i>Trichoderma longibrachiatum</i> TW-420 ВКМ F-3880D.</p>
Ферментный препарат	B1 221-151 #3-351.2H ( <i>Penicillium verruculosum</i> )	#2310 целлюлаза ( <i>Trichoderma reesei</i> )	B1 F10 H #3-331 β-Glu <i>Aspergillus niger</i> ( <i>Penicillium verruculosum</i> )	Агроцелл ( <i>Trichoderma longibrachiatum</i> TW-420 ВКМ F-3880D)								
Оптическая плотность D490пробы	0,048	0,035	0,01	0,05								
2	<p>Определите целесообразную последовательность операций в системах очистки сточных вод со стадией биоочистки, приведите примеры выбора аппаратов для различных стадий.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) грубая очистка на решетках с малыми прозорами;</li> <li>2) очистка от крупных взвесей (песколовки);</li> <li>3) стадия коагуляции + флотации;</li> <li>4) отстаивание в первичных отстойниках;</li> <li>5) биоочистка;</li> <li>6) отстаивание во вторичных отстойниках (радиальных, например);</li> <li>7) обеззараживание ультрафиолетом;</li> <li>8) сброс очищенной воды</li> </ol>										