

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института химии
д.х.н., проф. Горячева И.Ю.
"19" июня 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
Основы биотехнологии

Направление подготовки бакалавриата
18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки бакалавриата
Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения
очная

Саратов,
2023

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Матора Лариса Юрьевна	<i>Мач</i>	19.06.23
Председатель НМК	Крылатова Яна Георгиевна	<i>Крылат</i>	19.06.23
Заведующий кафедрой	Егорова Алевтина Юрьевна	<i>Ег</i>	19.06.23
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Основы биотехнологии» является развитие у студентов личностных качеств, а также формирование общепрофессиональных и профессиональных компетенций.

Так, главная цель курса:

- сформировать первоначальное представление о биотехнологии, как науки (области естествознания), так и отрасли промышленного производства, использующей микроорганизмы, растительные и животные клетки и их ферменты для симбиоза, деградации или трансформации различных материалов с целью получения практически полезных продуктов;

- познакомить с природой и многообразием биотехнологических процессов;

- выяснить суть принципов, методов, основных направлений использования.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Основы биотехнологии» (Б.1.О.26) относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» рабочего учебного плана ООП по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» и осваивается в 4 семестре.

К «входным» знаниям, умениям и готовностям обучающегося, необходимым при усвоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин, относятся знания фундаментальных разделов дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Математика», «Физика» и умение использовать полученные знания для объяснения результатов химических экспериментов.

Освоение данной дисциплины как предшествующей необходимо для изучения дисциплин «Технология нефтехимического и органического синтеза», «Процессы и аппараты химической технологии», «Химия нефти и газа», прохождения практик, выполнения ВКР.

3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
ОПК-2: Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1. Применяет физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования для решения профессиональных задач ОПК-2.2. Выбирает оптимальные	Знать: - принципы функционирования живой материи, закономерности общей направленности и особенности процесса передачи генетической информации Уметь: - классифицировать биотехнологические методы;

	<p>физико-химические, химические методы для решения прикладных задач в профессиональной деятельности ОПК-2.3. Обрабатывает интерпретирует на основе математических, физических, физико-химических, химических законов показатели технологических процессов</p>	<p>- осуществлять эксперимент на отдельных стадиях биотехнологического процесса (при наличии материально-технического обеспечения); - вести наблюдения за ходом эксперимента; - анализировать экспериментальные результаты Владеть: - стратегией биотехнологического синтеза; - информацией о структурах и механизмах, обеспечивающих функционирование живых организмов; - общих закономерностях процессов жизнедеятельности, биологических системах</p>
<p>ПК-1: Способность и готовность изучать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию и технологическую документацию, планировать производственно-технологические работы</p>	<p>ПК-1.1. Изучает систематизирует научно-техническую информацию, в том числе использованием современных информационных технологий ПК-1.2. Проводит поиск по базам данных и каталогам нового современного оборудования, удовлетворяющего необходимым для производства критериям ПК-1.3. Принимает конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирает технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения</p>	<p>Знать: - сущность, природу и разнообразие биотехнологических процессов, основные этапы и возможности их оптимизации, достижения и перспективы современной биотехнологии Уметь: - осуществлять поиск и систематизацию научно-технической информации по биотехнологии, в том числе с использованием современных информационных технологий Владеть: - направлениях синтеза и методах контроля в области молекулярной биотехнологии.</p>

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов).

№ п/п	Раздел дисциплины	Се ме ст р	Нед еля се ме стра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лек- ции	Лабора т. раб.		СР	Конт роль		Всего
					Общая трудо ем кость	Из них - практич еская подгото вка				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1. Природа и разнообразие биотехнологических процессов. Значение биотехнологии как науки и отрасли промышленности.	4	1	2	2	-	2		6	
2	2. Основные принципы промышленного осуществления биотехнологических процессов. Классификация процессов.	4	2	2	2	-	2		6	Отчет по лаб. журналу
3	3. Основные стадии биотехнологического производства. Выбор объектов. Способы повышения продуктивности бактерий.	4	3,4	4	4	-	4		12	Коллоквиум
4	4. Сырьевая база промышленной биотехнологии. Природные, химические, нефтехимические субстраты.	4	5	2	2	-	2		6	Контр. работа

5	5. Технология ферментационных процессов. Преимущества, ограничения. Типы ферментов, среды.	4	6	2	2	2	2	6	Отчет по лаб.журналу
6	6. Техническое обеспечение биотехнологического процесса. Биореакторы. Типы, основные режимы, конструктивные режимы, конструктивные различия. Аппараты для осуществления крупномасштабных ферментационных процессов.	4	7,8	4	4	2	4	12	Отчет по лаб.журналу
7	7. Производство одноклеточного белка. Субстраты. Экономические и социальные аспекты. Синтез пищевого одноклеточного белка.	4	9,10	4	4	2	4	12	Отчет по лаб.журналу
8	8. Конечные стадии биотехнологического процесса. Методы отделения, концентрирования, очистки, сушки и стабилизации конечного продукта.	4	11	2	2	2	2	6	Отчет по лаб.журналу
9	9. Современная микробная, ферментная технология. Индустриальный рынок ферментов. Понятие о крупномасштабном производстве.	4	12	2	2	-	2	6	
10	10. Принципы технологии микробного производства ферментов. Методы ферментации. Понятие о селекции продуцентов.	4	13, 14	4	4	-	4	12	
11	11. Новые направления в области ферментной технологии. Имобилизованные ферменты. Физические и химические методы имобилизации.	4	15, 16	4	4	1	4	12	Отчет по лаб.журналу

12	12 Понятие о клеточной инженерии.	4	17	2	2	-	2		6	
13	13. Биотехнология и современное общество. Перспективы развития биотехнологических исследований и производств, контроль в области биотехнологических исследований	4	18	2	2	-	2		6	Реферат
	Промежуточная аттестация.							-		зачет
	Итого: часов	4		36	36	9	36	-	108	зачет

Темы лабораторных работ

1. Знакомство с устройством и правилами эксплуатации биореакторов.
2. Знакомство с методами культивирования биотехнологических объектов.
3. Подготовка биотехнологического сырья.
4. Методы ферментации с одноразовой загрузкой.
5. Методы выделения, концентрирования и сушки целевого продукта.
6. Знакомство с методами иммобилизации ферментов.

Содержание дисциплины

Раздел 1. Природа и разнообразие биотехнологических процессов.

Развитие биотехнологии в историческом аспекте. Природа и разнообразие биотехнологических процессов. Предмет и задачи молекулярной биотехнологии. Значение биотехнологии как науки и отрасли промышленности.

Раздел 2. Основные принципы промышленного осуществления биотехнологических процессов. Классификация направлений промышленной биотехнологии. Производство биомассы и получение продуктов метаболизма.

Раздел 3. Основные стадии биотехнологического производства. Выбор биотехнологических объектов. Критерии отбора. Основные стадии биотехнологического производства. Подготовка сырья и питательной среды. Стадия ферментации. Выделение целевых продуктов. Приготовление товарных форм.

Способы повышения продуктивности бактерий. Культивирование биотехнологических объектов. Направления интенсификации производственных процессов.

Раздел 4. Сырьевая база промышленной биотехнологии. Природные сырьевые материалы. Химические и нефтехимические субстраты. Органические отходы в качестве биотехнологического сырья.

Раздел 5. Технология ферментационных процессов. Преимущества и ограничения биотехнологических способов производства органических продуктов по сравнению с химическими. Среда, предназначенная для ферментационного процесса.

Раздел 6. Техническое обеспечение биотехнологического процесса. Биореакторы (ферменторы), отличия от химических реакторов. Типы реакторов, основные ферментационные системы (открытые и замкнутые), режимы работы (периодические и непрерывные культивирование). Конструкция биореактора. Аппараты с механическим, пневматическим и циркуляционным перемешиванием. Проблема масштабирования ферментационных процессов. Аппараты для твердофазных и газофазных процессов.

Раздел 7. Производство одноклеточного белка. Преимущества биотехнологии как продуцента белка. Одноклеточный белок на высокоэнергетических субстратах. Одноклеточный белок на отходах. Синтез пищевого одноклеточного белка. Биотехнологический белок из сельскохозяйственного сырья и водорослей. Экономические и социальные аспекты производства и применения одноклеточного белка.

Раздел 8. Конечные стадии биотехнологического процесса. Отделение, очистка и модификация биотехнологического продукта. Методы отделения биомассы и разрушения клеток. Методы выделения, концентрирования, сушки и стабилизации целевого продукта. Химическая модификация в биотехнологическом процессе.

Раздел 9. Современная микробная, ферментная технология. Ферментная технология, возможности и ограничения современной микробной ферментной технологии. Индустриальный рынок ферментов, области применения. Понятие о крупномасштабных процессах производства на примере получения фруктозного сиропа.

Раздел 10. Принципы технологии микробного производства ферментов. Технологические основы производства ферментов. Использование микроорганизмов в качестве источника производства ферментов. Метод ферментации с одноразовой загрузкой. Методология непрерывного (проточного) культивирования. Понятие о селекции продуцентов ферментов.

Раздел 11. Новые направления в области ферментной технологии. Имобилизованные ферменты. Преимущества иммобилизации. Носители для иммобилизации ферментов. Методы физической иммобилизации (адсорбция, включение в поры геля, использование полупроницаемых мембран). Химические методы иммобилизации, материалы, применяемые в качестве носителей. Классификация и характеристика природных и искусственных носителей (полисахариды, синтетические полимерные носители).

Раздел 12. Понятие о клеточной инженерии.

Раздел 13. Биотехнология и современное общество. Перспективы развития биотехнологических исследований и производств. Надежды и спасения.

Контроль исследований в области биотехнологии. Регламентирование применения биотехнологических методов. Контроль за производством белковых веществ, витаминов, гормонов и других биологически активных продуктов.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

Курс направлен на ознакомление студентов с основами биотехнологии как науки и отрасли, включая её принципы, метод и сферы применения. Большое внимание уделено рассмотрению практических аспектов биотехнологии, в частности, синтезу кормовых белков, ферментов и других биологически активных веществ.

В целях повышения эффективности усвоения учебного материала, усиления мотивации дидактической составляющей учебного процесса в рамках данного модуля используются активные и интерактивные формы проведения знаний.

Так, наряду с традиционными видами учебной работы предусматривается в рамках практических занятий ознакомление студентов с работой научно-исследовательских лабораторий, связанных с разработкой конкретных биотехнологических задач (ИБФРМ РАН), а также производственно-коммерческих фирм, осуществляющих выпуск продукции медицинского и ветеринарного назначения, в том числе и с использованием биотехнологий (ЗАО «Биоамид», ЗАО «Нита-фарм»).

Формированию научного мышления, развитию профессиональных навыков и повышению познавательной активности студентов способствует лабораторный практикум по рассмотрению и анализу технологических схем практически наиболее значимых биотехнологических производств, возможностей оптимизации, модернизации, функционализации их алгоритмов, схем, отдельных стадий и технологических узлов. В качестве примера для рассмотрения и анализа приводятся схемы культивирования микроорганизмов (Приложение рис.1,2).

В рамках практической подготовки студентов профессиональные навыки формируются при выполнении лабораторного практикума, формирование понятийного аппарата, понимание принципов, законов и методологии биотехнологии происходит в рамках коллоквиумов, подготовке реферата.

При изучении дисциплины «Основы биотехнологии» *инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья* следует применять следующие адаптивные технологии: использование социально-активных рефлексивных методов обучения для создания комфортного психологического климата в студенческой группе, использование дистанционных технологий при реализации программы, работа по индивидуальному плану (время подготовки к сдаче отчета, а также выполнение и оформление лабораторной работы увеличивать на 0.5 часа. При невозможности эффективного выполнения лабораторной работы – проводить в форме лабораторного эксперимента).

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Виды самостоятельных работ обучающегося

1. Ознакомление с современными методами анализа биополимеров, в том числе биологически активных полипептидов, полинуклеотидов с использованием учебно-методического пособия кафедры. (Практические занятия по физико-химическим и биохимическим методам исследования биополимеров / И.Н. Клочкова, С.А. Коннова, Л.Ю. Матора, Г.Л. Бурыгин, С.Ю. Щеголев, Саратов: Изд. Сарат. ун-та, 2003. -88с.).
2. Анализ технологии иммобилизованных ферментов (написание рефератов):
 - а) носители для иммобилизации;
 - б) методы физической иммобилизации;
 - в) химические методы связывания ферментов;
 - г) закономерности катализа иммобилизованными ферментами (Сазыкин Ю.О., Орехов С.Н., Чакалева И.И. Биотехнология. М.: ИЦ «Академия», 2006. – 256 с.).

Контроль за выполнением самостоятельной работы студента осуществляется в форме коллоквиума или представления реферата.

Виды текущего контроля

Коллоквиум и контрольное задание согласно календарного плана.

Примерные вопросы к коллоквиуму

1. Биогeотехнология выщелачивания металлов.
2. Биогeотехнология обессеривания углей.
3. Биогeотехнология и борьба с метаном в угольных шахтах.
4. Биогeотехнология и повышение нефтеотдачи пластов.

Примерные темы рефератов

1. Производство биомассы.
2. Производство спиртов и полиолов.
3. Производство вторичных метаболитов.
4. Биотрансформация.
5. Производство ферментов.
6. Производство аминокислот, органических кислот, витаминов.

Вопросы по дисциплине

1. Природа и разнообразие биотехнологических процессов.
2. Сырьевая база промышленной биотехнологии.
3. Среды для биотехнологических процессов.
4. Преимущества биотехнологических способов производства.
5. Типы биореакторов.
6. Режимы работы и конструктивные особенности биореакторов.
7. Принципы производства одноклеточного белка.
8. Одноклеточный белок на различных субстратах.
9. Экономические и социальные аспекты производства одноклеточного белка.
10. Стадии биотехнологического процесса. Краткая характеристика.
11. Возможности и ограничения ферментной технологии.
12. Технологические основы производства ферментов.
13. Новые направления в области ферментной технологии.
Иммобилизованные ферменты.
14. Преимущества иммобилизации, методы иммобилизации ферментов.
15. Носители для иммобилизации.
16. Понятие о клеточной инженерии.
17. Биотехнология и современное общество.
18. Контроль исследований в области биотехнологии.
19. Контроль за производством белковых веществ, витаминов, гормонов.

20. Перспективы развития биотехнологических исследований и производств.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – зачет.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

Семестр	Лекции	Лаб. занятия	Практ. занятия	Самост. работа	Автомат. тестирование	Другие виды учеб. деят.	Промежуточная аттестация (зачет)	Итого
4	10	20		10	0	20	40	100

Программа оценивания учебной деятельности студента.

Лекции от 0 до 10 баллов

Посещаемость, дисциплина, восприятие, активность – от 0 до 10 баллов.

Лабораторные занятия от 0 до 20 баллов

Контроль выполнения лабораторных заданий – от 0 до 20 баллов.

Лабораторные занятия – оценивается: выполнение лабораторных работ, письменный отчет по лабораторным работам, самостоятельность при выполнении работы, грамотность в оформлении, правильность выполнения, соблюдение правил безопасности при работе в лаборатории. Диапазон баллов 0-20.

Максимальный балл за данный вид учебной деятельности студентов	Работа выполнена полностью и правильно, сделаны соответствующие наблюдения и выводы; учтены правила техники безопасности.
70% от максимального балла за данный вид учебной деятельности студентов	Работа выполнена правильно, сделаны соответствующие наблюдения и выводы, но при этом эксперимент выполнен не полностью, или допущены несущественные ошибки в ходе работы.

60% от максимального балла за данный вид учебной деятельности студентов	Работа выполнена правильно приблизительно на 50%, или допущена существенная ошибка в ходе эксперимента, в объяснении и оформлении работы.
Менее 50% от максимального балла за данный вид учебной деятельности студентов	Имеются две или более существенных ошибок при выполнении и оформлении работы, нарушены правила техники безопасности.

Практические занятия

не предусмотрены

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено

Самостоятельная работа от 0 до 10 баллов

Контрольное задание от 0 до 10 баллов.

10 баллов выполнено 100% заданий, правильно, с подробным объяснением.

Остальные баллы выставляются пропорционально объему правильно выполненных заданий.

Другие виды учебной деятельности от 0 до 20 баллов

Реферат от 0 до 10 баллов

	0	1-3	4-6	7-9	10
Реферат	Работа не выполнена	Материал в работе подобран не корректно, тема до конца не раскрыта	Материал соответствует теме работы, но оформлен не в соответствии с правилами и отсутствует творческая часть работы	Материал соответствует теме работы, оформлен в соответствии с правилами и доложен, но отсутствует творческая часть работы	Материал соответствует теме работы, содержит творческие элементы самостоятельно проведенного исследования, оформлен в соответствии с правилами и доложен.

Коллоквиум от 0 до 10 баллов.

10 баллов (Выполнено от 90 до 100% работы)

- наблюдается глубокое и прочное усвоение программного материала;

- даются полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы;

- студент свободно справляется решением поставленных теоретических задач.

7-9 Баллов (Выполнено от 60 до 89% работы)

- демонстрируется хорошее знание программного материала;

- грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, имеются отдельные ошибки, не искажающие суть ответа;

- правильное применение теоретических знаний.

4-6 Баллов (Выполнено от 40 до 59% работы)

- наблюдается усвоение основного материала;

- при ответе допускаются неточности;

- при ответе присутствуют недостаточно правильные формулировки;

1-3 балла (выполнено от 20 до 39% работы)

- наблюдается усвоение основного материала;

- при ответе допускается большое количество малых неточностей, исправляемое иногда с помощью преподавателя.

0 Баллов (Работа не выполнена или выполнено менее 20%)

- не знание программного материала;

Промежуточная аттестация (зачет)

ответ на «отлично» / «зачтено» оценивается от 31 до 40 баллов;

ответ на «хорошо» / «зачтено» оценивается от 21 до 30 баллов;

ответ на «удовлетворительно» / «зачтено» оценивается от 11 до 20 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» / «не зачтено» оценивается от 0 до 10 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 4 семестр по дисциплине «Основы биотехнологии» за зачет составляет 100 баллов

Таблица 2.1. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Основы биотехнологии» в оценку (зачет):

60-100 баллов	«зачтено»
0-59 баллов	«не зачтено»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Основы биотехнологии»

а) литература:

1. Клунова, С.М. Биотехнология [Текст] : учеб. для высш. пед. проф. образования / С. М. Клунова, Т. А. Егорова, Е. А. Живухина. - Москва : Изд. центр "Академия", 2010. - 255, [1] с. : рис. - (Высшее образование. Педагогические специальности). - ISBN 978-5-7695-6697-4 (в пер.) : (100 экз.)

2. Сазыкин, Ю.О. Биотехнология [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов / Ю. О. Сазыкин, С. Н. Орехов, И. И. Чакалёва ; под ред. А. В. Катлинского. - 3-е изд., стер. - Москва : Изд. центр "Академия", 2008. - 253, [3] с. : рис. - (Высшее образование. Медицина). - Библиогр.: с. 250-251. - ISBN 978-5-7695-5506-0 (в пер.) (15 экз.)

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Microsoft Windows XP Professional SP3 AL (Номер лицензии: № 60478556 от 17.01.13.)

2. Microsoft Office 2007 Suites (№ИОП 47/08 от 07.07.2008)

3. ISIS/Draw 2.4 (Freeware)

4. ChemBio3D Ultra 11.0 with MOPAC (№CER5030661, №ИОП 07.07.2008)

5. HyperChem Release 8.0 Professional 2 шт. (Гос. контракт № ИОП 07.07.2008)

6. сайт химического факультета МГУ <http://www.chem.msu.ru/rus/weldept.html>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- Аудитории для чтения лекций
- Учебные лаборатории
- Лабораторная посуда и оборудование
- Химические реактивы
- Оверхэд-проекторы

Место осуществления практической подготовки: на базе ИБФРМ РАН, ЗАО «Биоамид»

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 18.03.01 Химическая технология и профилю подготовки Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов.

Автор: проф. д.б.н Матора Л.Ю.

Программа одобрена на заседании кафедры органической и биоорганической химии от 19.06.2023 протокол №13.