

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1158075	Биоинженерия

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Пищевая биотехнология 2. Молекулярная биотехнология и биоинженерия 3. Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки 4. Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки 5. Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки	Код ОП 1. 19.04.01/33.02 2. 19.04.01/33.04 3. 04.04.01/33.05 4. 18.04.01/33.12 5. 19.04.01/33.07
Направление подготовки 1. Химия; 2. Химическая технология; 3. Биотехнология	Код направления и уровня подготовки 1. 04.04.01; 2. 18.04.01; 3. 19.04.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Безматерных Максим Алексеевич	кандидат химических наук, доцент	Доцент	технологии органического синтеза
2	Мочульская Наталия Николаевна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	иммунохимии

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Биоинженерия

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль относится к вариативной части ОП по выбору студента и включает в себя дисциплины: «Промышленный биокатализ» и «Генная и белковая инженерия». Биокатализ – направление биотехнологии, в котором рассматриваются процессы, реализующиеся с участием индивидуальных ферментов или ферментативных систем. Излагаются основные принципы процессов регуляции метаболизма у микроорганизмов, в частности, в процессах микробиологического синтеза при ферментации. Изучаются экстремальные формы микроорганизмов, а также получение метаболитов с помощью ферментов, выделенных из экстремальных форм. Приобретаются практические навыки при получении продуктов органического синтеза, биохимических и фармацевтических препаратов, материалов, энергии, некоторых видов пищевых продуктов. Современная биотехнология использует в качестве продуцентов белковых препаратов генетически модифицированные организмы. Изучаются методы получения рекомбинантных ДНК, сайт-направленный мутагенез, методы получения праймеров для полимеразной цепной реакции (ПЦР). Подробно рассматриваются способы внедрения генов животных в геном прокариот для получения штаммов-продуцентов.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Генная и белковая инженерия	3
2	Промышленный биокатализ	3
ИТОГО по модулю:		6

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none">1. Молекулярная биология2. Информационно-аналитические методы в науке и образовании3. Информационные методы в науке и образовании4. Информационно-аналитические методы в науке, медицине, фармацевтике и образовании5. Современные методы производства и стандартизации пищевых продуктов6. Метаболическая инженерия7. Метаболическая инженерия в биотехнологии8. Молекулярная биология

	<p>9. Промышленная биотехнология</p> <p>10. Прикладная биотехнология</p> <p>11. Современное развитие медицинской биотехнологии</p> <p>12. Контроль качества продуктов пищевой биотехнологии</p>
--	---

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Генная и белковая инженерия	ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания	<p>3-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и инженерных наук</p> <p>3-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и инженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и инженерных наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и инженерных наук</p>
	ПК-1 - Способен выполнять научно-исследовательские работы в соответствии с поставленной задачей (Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и	<p>3-5 - Понимать способы клонирования ДНК из различных источников, а также принципы и критерии клонирования в организмах разного уровня сложности</p> <p>У-5 - Ориентироваться в современных направлениях молекулярного клонирования для решения практических задач разного уровня сложности</p>

	<p>биотехнологии: исследования и разработки)</p>	<p>П-5 - Иметь представление о современных методах и проблемах белковой инженерии</p>
	<p>ПК-1 - Способен выполнять научно-исследовательские работы в соответствии с поставленной задачей</p> <p>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</p>	<p>З-5 - Понимать способы клонирования ДНК из различных источников, а также принципы и критерии клонирования в организмах разного уровня сложности</p> <p>У-5 - Ориентироваться в современных направлениях молекулярного клонирования для решения практических задач разного уровня сложности</p> <p>П-5 - Иметь представление о современных методах и проблемах белковой инженерии</p>
	<p>ПК-1 - Способен выполнять научно-исследовательские работы в соответствии с поставленной задачей</p> <p>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</p>	<p>З-5 - Понимать способы клонирования ДНК из различных источников, а также принципы и критерии клонирования в организмах разного уровня сложности</p> <p>У-5 - Ориентироваться в современных направлениях молекулярного клонирования для решения практических задач разного уровня сложности</p> <p>П-5 - Иметь представление о современных методах и проблемах белковой инженерии</p>
	<p>ПК-2 - Способен к планированию, организации и проведению научных исследований в области разработки новых процессов и продуктов биотехнологического производства</p> <p>(Молекулярная биотехнология и биоинженерия)</p>	<p>З-8 - Понимать способы клонирования ДНК из различных источников, а также принципы и критерии клонирования в организмах разного уровня сложности</p> <p>З-9 - Ориентироваться в основных типах молекулярных векторов и микроорганизмах, используемых в генетической инженерии</p> <p>У-8 - Ориентироваться в современных направлениях молекулярного клонирования для решения практических задач разного уровня сложности</p> <p>У-9 - Работать с основными базами данных генов и белков, использовать основные программные продукты для их анализа</p> <p>П-8 - Иметь навыки в области стратегии получения рекомбинантных молекул,</p>

		<p>способов их введения в рекомбинантные организмы</p> <p>П-9 - Иметь представление о современных методах и проблемах белковой инженерии</p>
<p>ПК-8 - Способен координировать деятельность соисполнителей и организовать выполнение научно-исследовательских работ в лаборатории предприятия</p> <p>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</p>	<p>3-1 - Ориентироваться в основных типах молекулярных векторов и микроорганизмах, используемых в генетической инженерии.</p> <p>У-1 - Работать с основными базами данных генов и белков, использовать основные программные продукты для их анализа</p> <p>П-1 - Иметь навыки в области стратегии получения рекомбинантных молекул, способов их введения в рекомбинантные организмы</p>	
<p>ПК-8 - Способен координировать деятельность соисполнителей и организовать выполнение научно-исследовательских работ в лаборатории предприятия</p> <p>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</p>	<p>3-1 - Ориентироваться в основных типах молекулярных векторов и микроорганизмах, используемых в генетической инженерии</p> <p>У-1 - Работать с основными базами данных генов и белков, использовать основные программные продукты для их анализа</p> <p>П-1 - Иметь навыки в области стратегии получения рекомбинантных молекул, способов их введения в рекомбинантные организмы</p>	
<p>ПК-8 - Способен координировать деятельность соисполнителей и организовать выполнение научно-исследовательских работ в лаборатории предприятия</p>	<p>3-1 - Ориентироваться в основных типах молекулярных векторов и микроорганизмах, используемых в генетической инженерии</p> <p>У-1 - Работать с основными базами данных генов и белков, использовать основные программные продукты для их анализа</p> <p>П-1 - Иметь навыки в области стратегии получения рекомбинантных молекул,</p>	

	(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)	способов их введения в рекомбинантные организмы
Промышленный биокатализ	ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты (Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)	З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований П-1 - Иметь опыт проведения фундаментальных и прикладных исследований, модельных или реальных экспериментов с использованием современной методологии, методов, оборудования и техники
	ОПК-3 - Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов (Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)	З-1 - Сформулировать основные принципы организации и планирования научного исследования З-2 - Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения З-3 - Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов

		<p>Д-1 - Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения</p>
	<p>ОПК-3 - Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p> <p>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</p>	<p>З-1 - Сформулировать основные принципы организации и планирования научного исследования</p> <p>З-2 - Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения</p> <p>З-3 - Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений</p> <p>У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов</p> <p>Д-1 - Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения</p>
	<p>ПК-1 - Способен организовывать и проводить научно-исследовательские работы в области прогрессивных биотехнологий с целью разработки новых процессов и продуктов биотехнологического производства</p> <p>(Пищевая биотехнология)</p>	<p>З-1 - Изложить структуру ферментов, кинетику ферментативного катализа и их молекулярные механизмы действия</p> <p>З-2 - Сделать обзор современных биокаталитических технологий, используемых в пищевых производствах, включая использование ферментов для анализа и экологии</p> <p>У-1 - Выбирать методы модификации, стабилизации и иммобилизации ферментов в зависимости от их свойств</p> <p>У-2 - Оценивать достижения современной биохимии и микробиологии с точки зрения их использования для выделения ферментов в нужном количестве для создания эффективного гетерогенного катализатора в</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт моделирования ферментативных реакций</p>

		<p>П-2 - Иметь практический опыт проектирования биокаталитических процессов</p>
<p>ПК-1 - Способен организовывать и проводить научно-исследовательские работы в области прогрессивных биотехнологий с целью разработки новых процессов и продуктов биотехнологического производства</p> <p>(Пищевая биотехнология)</p>	<p>3-1 - Изложить структуру ферментов, кинетику ферментативного катализа и их молекулярные механизмы действия</p> <p>3-2 - Сделать обзор современных биокаталитических технологий, используемых в пищевых производствах, включая использование ферментов для анализа и экологии</p> <p>У-1 - Выбирать методы модификации, стабилизации и иммобилизации ферментов в зависимости от их свойств</p> <p>У-2 - Оценивать достижения современной биохимии и микробиологии с точки зрения их использования для выделения ферментов в нужном количестве для создания эффективного гетерогенного катализатора в</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт моделирования ферментативных реакций</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт проектирования биокаталитических процессов</p>	
<p>ПК-2 - Способен определять направления научных исследований и разработок для создания новых лекарственных средств</p> <p>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</p>	<p>3-2 - Сделать обзор современных биокаталитических технологий, используемых в пищевых производствах, включая использование ферментов для анализа и экологии</p> <p>У-2 - Оценивать достижения современной биохимии и микробиологии с точки зрения их использования для выделения ферментов в нужном количестве для создания эффективного гетерогенного катализатора</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт проектирования биокаталитических процессов</p>	
<p>ПК-2 - Способен определять направления научных исследований и разработок для создания новых лекарственных средств</p>	<p>3-2 - Сделать обзор современных биокаталитических технологий, используемых в пищевых производствах, включая использование ферментов для анализа и экологии</p> <p>У-2 - Оценивать достижения современной биохимии и микробиологии с точки зрения</p>	

<p>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</p>	<p>их использования для выделения ферментов в нужном количестве для создания эффективного гетерогенного катализатора</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт проектирования биокаталитических процессов</p>
<p>ПК-2 - Способен определять направления научных исследований и разработок для создания новых лекарственных средств</p> <p>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</p>	<p>З-2 - Сделать обзор современных биокаталитических технологий, используемых в пищевых производствах, включая использование ферментов для анализа и экологии</p> <p>У-2 - Оценивать достижения современной биохимии и микробиологии с точки зрения их использования для выделения ферментов в нужном количестве для создания эффективного гетерогенного катализатора</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт проектирования биокаталитических процессов</p>
<p>ПК-2 - Способен к планированию, организации и проведению научных исследований в области разработки новых процессов и продуктов биотехнологического производства</p> <p>(Молекулярная биотехнология и биоинженерия)</p>	<p>З-10 - Излагать структуру ферментов, кинетику ферментативного катализа и их молекулярные механизмы действия</p> <p>З-11 - Делать обзор современных биокаталитических технологий, используемых в пищевых производствах, включая использование ферментов для анализа и экологии</p> <p>У-10 - Выбирать методы модификации, стабилизации и иммобилизации ферментов в зависимости от их свойств</p> <p>У-11 - Оценивать достижения современной биохимии и микробиологии с точки зрения их использования для выделения ферментов в нужном количестве для создания эффективного гетерогенного катализатора</p> <p>П-10 - Иметь практический опыт моделирования ферментативных реакций</p> <p>П-11 - Иметь практический опыт проектирования биокаталитических процессов</p>
<p>ПК-9 - Способен создавать научно-методическое и учебно-</p>	<p>З-1 - Изложить структуру ферментов, кинетику ферментативного катализа и их молекулярные механизмы действия</p>

	<p>методическое обеспечение реализации программ бакалавриата и дополнительного профессионального обучения</p> <p>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</p>	<p>У-1 - Выбирать методы модификации, стабилизации и иммобилизации ферментов в зависимости от их свойств</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт моделирования ферментативных реакций</p>
	<p>ПК-9 - Способен создавать научно-методическое и учебно-методическое обеспечение реализации программ бакалавриата и дополнительного профессионального обучения</p> <p>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</p>	<p>З-1 - Изложить структуру ферментов, кинетику ферментативного катализа и их молекулярные механизмы действия</p> <p>У-1 - Выбирать методы модификации, стабилизации и иммобилизации ферментов в зависимости от их свойств</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт моделирования ферментативных реакций</p>
	<p>ПК-9 - Способен создавать научно-методическое и учебно-методическое обеспечение реализации программ бакалавриата и дополнительного профессионального обучения</p> <p>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</p>	<p>З-1 - Изложить структуру ферментов, кинетику ферментативного катализа и их молекулярные механизмы действия</p> <p>У-1 - Выбирать методы модификации, стабилизации и иммобилизации ферментов в зависимости от их свойств</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт моделирования ферментативных реакций</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной и очно-заочной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Генная и белковая инженерия

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Дарказанли Кинан	кандидат наук, без ученого звания	Доцент	экспериментально й биологии и биотехнологий
2	Мочульская Наталия Николаевна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	имунохимии

Рекомендовано учебно-методическим советом института Химико-технологический

Протокол № 8 от 25.08.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Мочульская Наталия Николаевна, Доцент, иммунохимии

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Генная и белковая инженерия: предмет, цели и задачи	Генная инженерия - раздел молекулярной генетики, связанный с созданием новых комбинаций генетического материала. Исторические предпосылки и основные достижения, предопределившие возникновение и быстрое развитие генной инженерии. Современная стратегия генной инженерии. Основные этапы технологии рекомбинантных ДНК. Использование достижений генной инженерии.
P2	Ферменты генной инженерии	Ферменты, применяемые в генной инженерии. Рестрикционные эндо-нуклеазы. Классификация и номенклатура рестриктаз. Субстратная специфичность рестриктаз. Использование рестриктаз для конструирования рекомбинантных молекул in vitro. Сайты рестрикции как генетические маркеры. Использование рестриктаз для физического кар-тирования, анализа полиморфизма ДНК, штаммоспецифической характеристики вирусов и бактерий, идентификации плазмид. Использование сайтов рестрикции в качестве точек отсчета при секвенировании. ДНК-метиلاзы, их использование для получения крупных рестрикционных фрагментов ДНК. ДНК- и РНК-лигазы фага T4. Механизм лигирования ДНК T4-ДНК-лигазой. ДНК-полимеразы из различных источников, их свойства и применение. РНК-зависимые ДНК-полимеразы (обратные транскриптазы), их использование для получения кДНК. Ферменты, позволяющие осуществить изменение структуры концов фрагментов ДНК (терминальная трансфераза, поли-А-полимераза).

P3	Основы генетической инженерии	
P3T1	Получение (выделение) генетического материала (трансгена)	Выделение гена из естественных источников (подходящего генома) с помощью рестриктаз, синтез химическим (по имеющейся последовательности нуклеотидов) или ферментативным путем с использованием механизма обратной транскрипции (синтез кДНК на матрице РНК с помощью обратной транскриптазы), получение с помощью полимеразной цепной реакции (амплификация <i>in vitro</i>). Принципы создания геномной библиотеки (банка генов, клонотеки). Выбор нужного гена из клонотеки (скрининг банка генов). Способы разделения и детекции фрагментов ДНК. Молекулярные зонды. Блот-гибридизация ДНК по Саузерну.
P3T2	Создание рекомбинантных ДНК	Включение генов в автономно реплицирующую молекулу. Рестриктазно-лигазный и коннекторный методы. Векторные молекулы ДНК. Типы векторов, их конструирование. Функциональная классификация векторов: клонирующие, экспрессирующие, интегративные. Челночные (бинарные) векторы. Особенности строения плазмидных векторов. Векторы на основе на основе хромосомы фага лямбда. Космиды и фазмиды в качестве векторов. Принципы адресной доставки трансгенов. Управление экспрессией трансгенов в клетках-мишенях. Сверхъемкие векторы YAC, BAC и PAC.
P3T3	Клонирование ДНК	Амплификация <i>in vitro</i> с помощью цепной полимеразной реакции. Генетическая трансформация – перенос и включение генетических векторов (рекомбинантной ДНК) в клетку-реципиент. Трансформация, трансфекция, электропорация. Молекулярная селекция – отбор клонов, несущих рекомбинантную ДНК.
P4	Практические аспекты применения генной инженерии	Микроорганизмы, используемые в генетической инженерии. Взаимосвязи вектор-хозяин. Проблемы гетерологичной экспрессии. Причины возможной неидентичности генно-инженерных белков и их природных аналогов. Рекомбинантные микроорганизмы для получения коммерческих продуктов. Генная инженерия растений: методология. Использование клеточных технологий для промышленного получения биологически активных веществ растительного происхождения. Основные направления в создании трансгенных животных. Применение трансгенных животных. Получение лекарственных препаратов и вакцин. ДНК-вакцины.
P5	Современные проблемы белковой инженерии	
P5T1	Основные подходы в инженерии белков: рациональный дизайн и направленная эволюция	Белковая инженерия: основные задачи. Подходы к анализу структурно-функциональной организации белковых молекул. Дизайн белков: рациональный дизайн и направленная эволюция. Синтез пептидов и белков. Комбинаторные подходы к синтезу пептидов. Принципы создания искусственных белков с требуемыми свойствами. Способы направленного введения мутаций в гены. Получение точечных мутаций, делеций и

		вставок с помощью ПЦР. Направленное изменение субстратной специфичности ферментов. Скрининг и отбор белков с требуемыми свойствами. Метод фагового дисплея в исследовании белков.
P5T2	Достижения белковой инженерии антител	Достижения белковой инженерии антител. Получение моноклональных антител. Рекомбинантные антитела. Принципы получения каталитических антител (абзимов) и их ферментативная активность.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

Авторы:

- **Дарказанли Кинан, Доцент, экспериментальной биологии и биотехнологий**

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Основные этапы технологии рекомбинантных ДНК	Актуальность и основные этапы развития генной инженерии. Основные этапы технологии рекомбинантных ДНК. Методы выделения и очистки нуклеиновых кислот.
P2	Ферменты, применяемые в генной инженерии	Ферменты, применяемые в генной инженерии. Характеристика ферментов рестрикции и модификации нуклеиновых кислот. Классификация, номенклатура и механизм действия рестрицирующих эндонуклеаз.

P3	Векторные системы для переноса генов	Понятие вектора, механизм действия. Плазмидные векторы. Вектора на основе вирусов и TI-plasmid. Хлоропластная и митохондриальная ДНК как вектор для переноса генов в клетку.
P4	Методы конструирования рекомбинантных ДНК	Характеристика лигаз. Рестрикционно-лигазный и коннекторный методы. Способы репликации ДНК. Особенности конструирования рекомбинантных ДНК для разных целей.
P5	Генетическая трансформация растений: методы и применение	Методы локализации функциональных элементов и кодирующих последовательностей клонированных генов. Генно-инженерные делеции и вставки последовательностей ДНК.
P6	Общие принципы структуры белков	Классификация аминокислот: гидрофобные, гидрофильные, полярные, неполярные, заряженные, незаряженные. Химические связи: ковалентные связи, силы Ван-дер-Ваальса, водородные связи, электростатические взаимодействия, дисульфидная связь. L- и D-энантиомеры аминокислот, хиральность молекулы.
P7	Системы для продукции и выделения белков	Общая стратегия для подбора системы продукции белков: получение гена, клонирование гена в вектор, трансформация клеток, скрининг колоний, индукция трансляции белка и его очистка. Экспрессионный вектор и основные его компоненты: промотор, терминатор, ориджин репликации, ген устойчивости к антибиотику, аффинные тэги.
P8	Дизайн белков: рациональный дизайн и направленная эволюция	Определение белковой инженерии и ее место в современной науке. Основной вопрос белковой инженерии. Первый синтез пептидов Фишера. Твердофазный синтез пептидов Меррифилда. Рентгеноструктурный анализ. ProteinDataBank. Применение продуктов белковой инженерии. Разновидности белкового дизайна. Общие стратегии белковой инженерии.

1.5. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.6. Программа дисциплины реализуется полностью на иностранном языке.

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Генная и белковая инженерия

Электронные ресурсы (издания)

1. Жимулёв, И. Ф., Беляев, Е. С., Акифьев, А. П.; Общая и молекулярная генетика : учебное пособие для вузов.; Сибирское университетское издательство, Новосибирск; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/65279.html> (Электронное издание)
2. Долгих, С. Г.; Учебное пособие по генной инженерии в биотехнологии растений : учебное пособие.; Нур-Принт, Алматы; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/67169.html> (Электронное издание)

3. ; Теоретические и практические аспекты использования биотехнологии и генной инженерии : учебное пособие.; Ай Пи Эр Медиа, Саратов; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/73635.html> (Электронное издание)
4. Субботина, , Т. Н.; Молекулярная биология и генная инженерия : практикум.; Сибирский федеральный университет, Красноярск; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/84253.html> (Электронное издание)
5. Якупов, , Т. Р.; Молекулярная биотехнология; Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана, Казань; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/104846.html> (Электронное издание)
6. Щелкунов, , С. Н.; Генетическая инженерия : учебно-справочное пособие.; Сибирское университетское издательство, Новосибирск; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/65273.html> (Электронное издание)
7. ; Структура биополимеров. Общие проблемы структуры, самоорганизации и функционирования белковых молекул. Методы структурного анализа белков : учебник.; Издательство Южного федерального университета, Ростов-на-Дону; 2008; <http://www.iprbookshop.ru/47145.html> (Электронное издание)
8. Финкельштейн, , А. В.; Физика белковых молекул; Институт компьютерных исследований, Москва, Ижевск; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/92096.html> (Электронное издание)
9. Дымшиц, , Г. М.; Основные начала молекулярной биологии: 25 иллюстрированных лекций : учебное пособие.; Новосибирский государственный университет, Новосибирск; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/93471.html> (Электронное издание)
10. Ширяев, , А. К.; Нуклеиновые кислоты : учебное пособие.; Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, Самара; 2020; <http://www.iprbookshop.ru/105035.html> (Электронное издание)
11. Жимулев, И. Ф.; Общая и молекулярная генетика : учебное пособие.; Сибирское университетское издательство, Новосибирск; 2007; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57409> (Электронное издание)
12. Субботина, , Т. Н.; Молекулярная биология и генная инженерия : практикум.; Сибирский федеральный университет, Красноярск; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/84253.html> (Электронное издание)
13. Жукова, А. Г.; Молекулярная биология: учебник с упражнениями и задачами : учебник.; Директ-Медиа, Москва, Берлин; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=488606> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Егорова, Т. А., Клунова, С. М., Живухина, Е. А.; Основы биотехнологии : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Биология".; Академия, Москва; 2005 (5 экз.)
2. Бокуть, С. Б., Герасимович, Н. В., Милютин, А. А.; Молекулярная биология: молекулярные механизмы хранения, воспроизведения и реализации генетической информации : учеб. пособие для студентов специальности "Радиология и радиобиология" учреждений, обеспечивающих получение высшего образования.; Вышэйшая школа, Минск; 2005 (10 экз.)
3. Егорова, Т. А., Клунова, С. М., Живухина, Е. А.; Основы биотехнологии : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Биология".; Академия, Москва; 2008 (5 экз.)
4. Егорова, Т. А.; Основы биотехнологии : Учеб. пособие для вузов.; Академия, Москва; 2003 (59 экз.)
5. , Шевелуха, В. С.; Сельскохозяйственная биотехнология : Учеб. пособие для вузов.; Высшая школа,

Москва; 2003 (10 экз.)

6. Инге-Вечтомов, С. Г.; Генетика с основами селекции : учебник для вузов.; Изд-во Н-Л, Санкт-Петербург; 2010 (75 экз.)

7. Инге-Вечтомов, С. Г.; Генетика с основами селекции : [учебник для биологических специальностей университетов].; Высшая школа, Москва; 1989 (36 экз.)

8. , Гловер, Д. М., Дэвид М., Иванов, П. Л., Николаев, Л. Г.; Клонирование ДНК. Методы; Мир, Москва; 1988 (4 экз.)

9. Степанов, В. М., Спириин, А. С.; Молекулярная биология. Структура и функции белков : Учеб. для биол. спец. вузов.; Высш. шк., Москва; 1996 (3 экз.)

10. Эллиот, В., Эллиот, Д., Добрынина, О. В., Арчакова, А. И.; Биохимия и молекулярная биология : учеб. пособие для студентов мед. и фармацевт. специальностей мед. вузов, а также для интернов, ординаторов и врачей системы последиplomного образования.; Наука/Интерпериодика, Москва; 2002 (10 экз.)

11. Шугалей, И. В., Гарабаджиу, А. В., Целинский, И. В.; Химия белка : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Биотехнология".; Проспект Науки, Санкт-Петербург; 2011 (20 экз.)

12. Степанов, В. М., Спириин, А. С.; Молекулярная биология. Структура и функции белков : Учеб. для биол. спец. вузов.; Высшая школа, Москва; 1996 (35 экз.)

13. Льюин, Б., Гинцбург, А. П., Ильина, Т. С., Каляева, Э. С., Пересленя, Т. Ю., Георгиев, Г. П.; Гены; Мир, Москва; 1987 (4 экз.)

14. Сингер, М., Ильина, Т. С., Романова, Ю. М., Янковский, Н. К.; Гены и геномы : в 2 томах. Т. 2. ; Мир, Москва; 1998 (4 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

eLibrary ООО Научная электронная библиотека – <http://elibrary.ru>

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ – www.study.urfu.ru

Электронные ресурсы зональной библиотеки УрФУ – <http://lib.urfu.ru>

Зональная библиотека УрФУ – <http://lib.urfu.ru/>

NCBI (The National Center for Biotechnology Information) – <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://www.cato.com/biotech> - Виртуальная библиотека «Biotechnology Information Directory Service».

<http://www.biengi.ac.ru> – Сайт научного совета по биотехнологии (Центр «Биоинженерия») Российской академии наук (ЦБ РАН).

<http://www.eimb.relarn.ru> – Институт молекулярной биологии им. Энгельгардта (Москва).

<http://gse.publisher.ingentaconnect.com> – Электронная библиотека SOL

<http://www.biengi.ac.ru> – Сайт научного совета по биотехнологии (Центр «Биоинженерия») Российской академии наук (ЦБ РАН).

<http://www.eimb.relarn.ru> - Институт молекулярной биологии им. Энгельгардта (Москва).

<http://www.molbiol.ru>, www.nature.ru – Учебники, научные монографии, обзоры, лабораторные практикумы в свободном доступе на сайте практической молекулярной биологии

<http://lib.e-science.ru/book/104/cont/> – Молекулярная биология клетки

<https://biomolecula.ru/> – Биомолекула

<http://www.viniti.msk.su/> – Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ РАН)

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Genbank/> – GenBank – база данных генетических последовательностей, поддерживается NIH (Национальный Институт Здоровья США), аннотированная база известных последовательностей ДНК, РНК и белков, с литературными ссылками на первоисточники и информацией биологического характера.

<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi> – «BLAST» (Basic Local Alignment Search Tool – поисковый механизм (программа) логического сравнения аминокислотных и нуклеотидных последовательностей.

<http://e.lanbook.com/> – ЭБС "Лань" Издательство "Лань"

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Генная и белковая инженерия

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет Мультимедийная аудитория	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Браузер Google Chrome или Mozilla Firefox

2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>Мультимедийная аудитория</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Браузер Google Chrome или Mazila Firefox</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Браузер Google Chrome или Mazila Firefox</p>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Браузер Google Chrome или Mazila Firefox</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Браузер Google Chrome или Mazila Firefox</p>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Промышленный биокатализ

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Безматерных Максим Алексеевич	кандидат химических наук, доцент	Доцент	технологии органического синтеза

Рекомендовано учебно-методическим советом института Химико-технологический

Протокол № 8 от 25.08.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Безматерных Максим Алексеевич, Доцент, технологии органического синтеза**

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Концепция направленного биокатализа и пути ее реализации	Основные положения концепции направленного биокатализа. Параметрическая модель процесса биокатализа. Процессуальная схема направленного биокатализа.
P2	Основные принципы процессов регуляции метаболизма у микроорганизмов	Аллостерическая регуляция и механизм обратной связи (feedback). Индукция ферментов у микроорганизмов. Катаболитная репрессия. Регулирующая функция фосфатов. Регуляция азотсодержащими соединениями. Частные примеры регуляции
P3	Технологические процессы с участием иммобилизованных ферментов и клеток	Иммобилизация ферментов. Методы иммобилизации. Промышленные процессы. Кинетика реакций, катализируемых иммобилизованными ферментами. От иммобилизованных ферментов к иммобилизованным клеткам. Диффузионные ограничения в гранулах иммобилизованных ферментов и клеток. Технологические схемы реализации процессов биотрансформации
P4	Стабилизация ферментов	Инактивация ферментов. Механизм денатурации белков и сопутствующие эффекты. Денатурация ферментов и методы их стабилизации.

P5	Экстремальные формы микроорганизмов в биотехнологии	Термофилы и гипертермофилы. Использование термофильных ферментов в биотехнологии. Общие представления о функциональных и каталитических особенностях ферментов психрофильных микроорганизмов. Использование психрофильных ферментов в промышленности и при решении экологических задач. Галофильные и алкалофильные микроорганизмы, перспективы их использования в биотехнологии.
P6	Ферменты как потенциальные катализаторы в реакциях органического синтеза	Основные перспективы ферментного катализа. Образование С–С связи. Липазы и эстеразы. Процессы, основанные на использовании липолитических ферментов. Переэтерифицирующая функция липаз. Гидролиз эфиров. Реакции ацилирования. Энантиоселективные реакции. Биодизельное топливо. Карбоксилэстеразы как катализаторы в органическом синтезе. Окислительно-восстановительные реакции. Пероксидазы. Ферменты катаболизма углеводов в реакциях биотрансформации. Биокатализ в органических растворителях
P7	Промышленный биокатализ в медицине, экологии и пищевых технологиях	Получение непротеиногенных L-аминокислот. Нитрилазы в синтезе амина- и оксикарбоновых кислот. Получение аспартама. Энзиматическое окисление метиловых групп ароматических гетероциклических соединений. Трансформация стероидов. Получение полусинтетических антибиотиков. Синтез полупродуктов для получения новых лекарственных препаратов, инсектицидов, ароматизаторов. Ферментативное получение клинического декстрана. Катализ целыми клетками в токсичных растворах. Отбеливание бумажной пульпы с помощью ферментов. Получение глюкозо-фруктозных сиропов. Ферменты в производстве вина и в пивоварении. Ферменты в производстве макаронных изделий из пшеничной муки. Ферменты в переработке фруктов, овощей и соковой промышленности. Ферменты в переработке мяса. Ферменты для созревания сыра. Ферменты в переработке рыбы и других гидробионтов. Аспарагиназа – фермент, снижающий содержание акриламида в пищевых продуктах. Использование биосенсоров и биочипов. Аллергия на ферменты. Товарные формы фермента: твердые, инкапсулированные, таблетированные, жидкие, смесевые. Консерванты, используемые для хранения ферментов.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации /полностью на иностранном языке.

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Промышленный биокатализ

Электронные ресурсы (издания)

1. ; Структура биополимеров. Общие проблемы структуры, самоорганизации и функционирования белковых молекул. Методы структурного анализа белков : учебник.; Издательство Южного федерального университета, Ростов-на-Дону; 2008; <http://www.iprbookshop.ru/47145.html> (Электронное издание)
2. Франк, Л. А.; Биоорганическая химия : учебное пособие.; Сибирский федеральный университет, Красноярск; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/84320.html> (Электронное издание)
3. , Тагановича, А. Д.; Биологическая химия : учебник.; Высшэйшая школа, Минск; 2016; <http://www.iprbookshop.ru/90721.html> (Электронное издание)
4. Финкельштейн, А. В.; Физика белковых молекул; Институт компьютерных исследований, Москва, Ижевск; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/92096.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Степанов, В. М., Спиринов, А. С.; Молекулярная биология. Структура и функции белков : Учеб. для биол. спец. вузов.; Высш. шк., Москва; 1996 (3 экз.)
2. Плакунов, В. К.; Основы энзимологии : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Биология", "Экология и природопользование", "Химическая технология и биотехнология", "Физиология" и др.; Логос, Москва; 2002 (5 экз.)
3. Гамаюрова, В. С.; Ферменты. Лабораторный практикум : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям 240901.65 - "Биотехнология", 240902.65 - "Пищевая биотехнология", 260505 - "Технология детского и функц. питания" .; Проспект Науки, Санкт-Петербург; 2011 (10 экз.)
4. Плакунов, В. К.; Основы энзимологии : Учеб. пособие для вузов.; Логос, Москва; 2001 (25 экз.)
5. Бирюков, В. В.; Основы промышленной биотехнологии : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Охрана окружающей среды и рацион. использование природ. ресурсов" и "Машины и аппараты хим. пр-в"; КолосС : Химия, Москва; 2004 (44 экз.)
6. Пул, Ч., Оуэнс, Ф., Головин, Ю. И.; Нанотехнологии : учеб. пособие для студентов , обучающихся по направлению подгот. "Нанотехнологии"; ТЕХНОСФЕРА, Москва; 2004 (15 экз.)
7. Федоренко, Б. Н.; Инженерия пивоваренного солода : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 270500 "Технология бродильных пр-в и виноделия" направления подгот. дипломир. специалиста 655600 "Пр-во продуктов питания из раст. сырья" и по специальности 170600 "Машины и аппараты пищевых пр-в" направления подгот. дипломир. специалиста 655800.; Профессия, Санкт-Петербург; 2004 (4 экз.)
8. Ермолаева, Г. А., Колчева, Р. А.; Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков : Учебник для нач. проф. образования.; ИРПО : Академия, Москва; 2000 (3 экз.)
9. Кунце, В., Мит, Г. О., Дарков, Г. В., Калашников, В. А., Калашникова, А. М., Куреленков, А. А., Шумакова, Л. А., Тихонов, В. Б.; Технология солода и пива : [справочник].; Профессия, Санкт-Петербург; 2003 (2 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ www.study.urfu.ru

Электронные ресурсы зональной библиотеки УрФУ <http://lib.urfu.ru>

Зональная библиотека УрФУ – <http://lib.urfu.ru/>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://www.cato.com/biotech> Виртуальная библиотека «Biotechnology Information Directory Service».

<http://www.bio.com> База данных

<http://www.biengi.ac.ru> Сайт научного совета по биотехнологии (Центр «Биоинженерия») Российской академии наук (ЦБ РАН).

<http://www.eimb.relarn.ru> Институт молекулярной биологии им. Энгельгардта (Москва).

Электронная библиотека SOL <http://gse.publisher.ingentaconnect.com>

<http://www.biengi.ac.ru> Сайт научного совета по биотехнологии (Центр «Биоинженерия») Российской академии наук (ЦБ РАН).

<http://www.eimb.relarn.ru> Институт молекулярной биологии им. Энгельгардта (Москва).

Учебники, научные монографии, обзоры, лабораторные практикумы в свободном доступе на сайте практической молекулярной биологии – www.molbiol.ru, www.nature.ru.

Карта биохимических метаболических путей – <http://web.expasy.org/pathways/>.

Молекулярная биология клетки – <http://lib.e-science.ru/book/104/cont/>.

Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) – <http://www.viniti.msk.su/>.

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Промышленный биокатализ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>Мультимедийная аудитория</p>	<p>Браузер Google Chrome или Mazila Firefox</p>
2	Лабораторные занятия	<p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не требуется
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Браузер Google Chrome или Mazila Firefox</p>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Браузер Google Chrome или Mazila Firefox</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Браузер Google Chrome или Mazila Firefox</p>