

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

<b>Код модуля</b>	<b>Модуль</b>
1158084	Моделирование биотехнологических производств

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Молекулярная биотехнология и биоинженерия	<b>Код ОП</b> 1. 19.04.01/33.04
<b>Направление подготовки</b> 1. Биотехнология	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 19.04.01

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Миронов Максим Анатольевич	доктор химических наук, без ученого звания	Профессор	технологии органического синтеза

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Моделирование биотехнологических производств

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Моделирование биотехнологических производств» посвящен подробному ознакомлению с оборудованием предприятий пищевой биотехнологии, с устройством и принципом работы типовых аппаратов и установок, в которых осуществляются процессы получения, выделения и очистки пищевых продуктов, биологически активных добавок и витаминных препаратов. Программа модуля включает разделы, связанные с изучением методов проектирования и с овладением технoхимическими расчетами в объеме, необходимом для технологического проектирования.

## 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	Проектирование биотехнологических производств	3
ИТОГО по модулю:		3

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

<b>Пререквизиты модуля</b>	1. Информационно-аналитические методы в науке и образовании
<b>Постреквизиты и кореквизиты модуля</b>	1. Метаболическая инженерия 2. Проектный интенсив – ВС «Оптимизация получения продуктов биотехнологии» 3. Проектный практикум – А «Моделирование биотехнологических процессов» 4. Прикладная биотехнология 5. Современное развитие медицинской биотехнологии

## 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
Проектирование биотехнологических производств	ОПК-4 - Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	<p>З-1 - Объяснить основные принципы функционирования разрабатываемых технических объектов, систем, технологических процессов</p> <p>З-2 - Изложить принципы расчета экономической эффективности предложенных технических решений</p> <p>З-3 - Привести примеры сравнения предложенных решений с мировыми аналогами</p> <p>З-4 - Описать основные подходы к оценке экологических и социальных последствий внедрения инженерных решений</p> <p>У-1 - Предложить нестандартные варианты разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p> <p>У-2 - Доказать научно-техническую и экономическую состоятельность и конкурентоспособность предложенных инженерных решений</p> <p>У-3 - Оценить экологические и социальные риски внедрения предложенных инженерных решений</p> <p>У-4 - Провести всесторонний анализ принятых инженерных решений для выполнения разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>Д-1 - Демонстрировать креативное мышление, творческие способности</p>
	ОПК-5 - Способен планировать, организовывать и контролировать работы	З-1 - Изложить основные нормы и правила, регламентирующие работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования,

	<p>по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p>	<p>технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-2 - Объяснить принципы и типовой порядок планирования, организации и контроля выполнения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-3 - Перечислить основные разделы документов (технического задания, технических условий и т.п.), в соответствии с которыми выполняются работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-4 - Показать возможности использования цифровых технологий (создание цифровых двойников) для оптимизации работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-1 - Обосновать детальный план проведения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-2 - Анализировать задания, распределять и объяснять их работникам коллектива при выполнении работ по созданию, установке и модернизации оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-3 - Оценивать исполнение работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем на соответствие регламентам</p> <p>У-4 - Использовать при необходимости техники цифрового моделирования при выполнении работ по созданию, установке и модернизации технологического</p>
--	--	---

		<p>оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>П-1 - Самостоятельно составить план работ в целом по этапам создания, установки и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем либо отдельных этапов этой работы</p> <p>П-2 - Провести контроль выполнения заданий с учетом соответствия регламентам, срокам исполнения и материальным затратам</p> <p>Д-1 - Демонстрировать требовательность и принципиальность в процессе контроля выполнения заданий</p>
	<p>ОПК-6 - Способен планировать и организовать работы по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта</p>	<p>З-1 - Перечислить основные технические параметры и технологические характеристики эксплуатируемого оборудования и реализуемых технологических процессов</p> <p>З-2 - Назвать имеющиеся ограничения режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>З-3 - Объяснить принципы энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>У-1 - Технически грамотно формулировать задания по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов с учетом имеющихся ограничений режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>У-2 - Оценивать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов на основании визуального анализа и показаний контрольно-измерительной аппаратуры</p> <p>У-3 - Обоснованно корректировать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов, добиваясь повышения уровня энерго и</p>

		<p>ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>П-1 - Организовать в соответствии с разработанным утвержденным планом выполнение работ по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Предлагать и аргументированно доказывать целесообразность корректировок параметров эксплуатации оборудования и реализации технологических процессов для повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>Д-1 - Демонстрировать ответственное отношение к работе, организаторские способности</p>
	<p>ПК-2 - Способен к планированию, организации и проведению научных исследований в области разработки новых процессов и продуктов биотехнологического производства</p>	<p>З-1 - Разбираться в методах научных исследований, применяемых в биотехнологии</p> <p>У-1 - Применять специализированные методы проведения исследований в профессиональной области и аргументировано интерпретировать результаты экспериментов</p> <p>П-1 - Иметь навыки применения профессиональных теоретических и практических знаний для планирования, организации и проведения исследований в области биотехнологии</p>
	<p>ПК-8 - Способен разрабатывать проектную, рабочую и техническую документацию биотехнологического производства, в том числе с учетом внедрения инновационных энергосберегающих технологий</p>	<p>З-1 - Разбираться в процессе документирования биотехнологических производств, разработке технологических регламентов и инструкций</p> <p>З-2 - Понимать принципы организации биотехнологических производств, систему управления биотехнологическими процессами</p> <p>З-3 - Профессионально ориентироваться в современных методах моделирования и оптимизации технологических процессов</p>

		<p>У-1 - Правильно интерпретировать и систематизировать данные для создания проектной, рабочей и технической документации для биотехнологических производств</p> <p>У-2 - Разрабатывать аппаратурные и технологические схемы биотехнологических производств с учетом их масштабирования</p> <p>У-3 - Рассчитывать основные характеристики биотехнологических процессов и проводить их оптимизацию с использованием математического моделирования</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт сбора информации и создания проектной, рабочей и технической документации для биотехнологических производств</p> <p>П-2 - Иметь навыки по расчету технологического оборудования с использованием пакетов прикладных программ</p> <p>П-3 - Внедрять на практике методы энерго-, ресурсосбережения и повышения безопасности технологических процессов для устойчивого развития</p>
--	--	--

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Проектирование биотехнологических**  
**производств**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Миронов Максим Анатольевич	доктор химических наук, без ученого звания	Профессор	технологии органического синтеза

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Химико-технологический**

Протокол № 8 от 25.08.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Мионов Максим Анатольевич, Профессор, 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	Введение	Краткая характеристика дисциплины, ее цели, задачи, объем, содержание. Порядок изучения материала, формы контроля самостоятельной работы. Характеристика учебной литературы.
P2	Цели и задачи технологического проектирования. Моделирование биотехнологических процессов	Этапы разработки и основные разделы технического проекта. Состав технического проекта, основные требования к оформлению и содержанию проектной документации. Роль и значение стандартизации и стандартов в проектировании. Моделирование биотехнологических процессов. Использование критериальных уравнений для моделирования массо- и теплообменных процессов в биотехнологии. Масштабный переход в проектировании биотехнологических производств. Последовательность освоения новых технологических процессов.
P3	Проектирование массообменных процессов в биотехнологии	Значимость массообменных процессов в биотехнологии, виды массообмена, включая растворение, кристаллизацию, экстракцию, адсорбцию, мембранные процессы. Основные подходы к моделированию массообменных процессов. Использование критериальных уравнений в проектировании массообменных процессов. Критерии подобия, используемые в проектировании массообмена (числа Рейнольдса, Шмидта, Архимеда, Нуссельта). Оптимизация моделей массообменных процессов на примере растворения солей. Масштабирование производств с использованием массообменных процессов.

P4	Проектирование теплообменных процессов в биотехнологии	Теплообменные процессы в биотехнологии. Использование критериальных уравнений для моделирования процессов теплообмена. Основные критерии подобия, используемые в моделировании теплообменных процессов (числа Прантля, Грастгоффа, Нуссельта). Оптимизация работы теплообменных устройств на примере теплообменника труба-в-трубе. Масштабирование теплообменных процессов.
P5	Проектирование технологических (аппаратурных) схем производства	Проектирование технологических (аппаратурных) схем производства. Категории и типы технологических схем. Принципы и правила их проектирования. Графическое отображение, общие требования к чертежам технологических схем. Техничко-экономический анализ и экономические критерии оптимизации технологической схемы.

### 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 .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Проектирование биотехнологических производств

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Никифорова, Т. А.; Научные основы производства продуктов питания : учебное пособие.; Оренбургский государственный университет, Оренбург; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259286> (Электронное издание)
2. Голубева, Л. В.; Проектирование предприятий отрасли. Технология молока и молочных продуктов: лабораторный практикум : учебное пособие. 1. ; Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482042> (Электронное издание)
3. Голубева, Л. В.; Техничко-технологические основы производства молока и молочных продуктов (теория и практика) : учебное пособие.; Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482043> (Электронное издание)
4. Голубева, , Л. В.; Аппаратурное оформление технологических процессов производства молочных консервов : учебное пособие.; Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж; 2010; <http://www.iprbookshop.ru/27312.html> (Электронное издание)
5. Никифорова, Т. А.; Введение в технологии производства продуктов питания: конспект лекций : курс лекций. 1. ; Оренбургский государственный университет, Оренбург; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364843> (Электронное издание)
6. , Голубева, , Л. В.; Технология масла (теория и практика) : учебное пособие.; Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж; 2015; <http://www.iprbookshop.ru/50646.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Кошевой, Е. П., Белобородов, В. В.; Технологическое оборудование предприятий производства растительных масел : Учеб. пособие для студентов вузов.; ГИОРД, Санкт-Петербург; 2003 (6 экз.)
2. Кичигин, В. И.; Моделирование процессов очистки воды : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Водоснабжение и водоотведение" направления и подгот. дипломир. специалистов "Стр-во".; АСВ, Москва; 2003 (6 экз.)
3. Федоткин, И. М.; Математическое моделирование технологических процессов : учебное пособие для втузов.; Выща школа, Киев; 1988 (5 экз.)
4. , Гумеров, А. М., Валеев, Н. Н., Гумеров, А. М., Емельянов, В. М.; Математическое моделирование химико-технологических процессов : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 240802 "Основные процессы хим. пр-в и хим. кибернетика".; КолоС, Москва; 2008 (11 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

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

eLibrary ООО Научная электронная библиотека <http://elibrary.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**

1. <http://www.cato.com/biotech> Виртуальная библиотека «Biotechnology Information Directory Service».
2. <http://www.bio.com> База данных
3. <http://www.biengi.ac.ru> Сайт научного совета по биотехнологии (Центр «Биоинженерия») Российской академии наук (ЦБ РАН).
4. <http://www.eimb.relarn.ru> Институт молекулярной биологии им. Энгельгардта (Москва).
6. Электронная библиотека SOL <http://gse.publisher.ingentaconnect.com>

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Проектирование биотехнологических производств**

**Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

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

		<p>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>Браузер Google Chrome или Mazila Firefox</p>
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	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Браузер Google Chrome или Mazila Firefox
---	----------------------------------	--	--