

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
1157943	Технологические аспекты биотехнологических производств

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Биотехнология	<b>Код ОП</b> 1. 19.03.01/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Биотехнология	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 19.03.01

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	Безматерных Максим Алексеевич	кандидат химических наук, доцент	Доцент	технологии органического синтеза
2	Лаврова Лариса Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	
3	Матюхин Владимир Ильич	кандидат технических наук, старший научный сотрудник	Доцент	теплофизики и информатики в металлургии

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Технологические аспекты биотехнологических производств

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль относится к базовой части образовательной программы и включает дисциплины «Электротехника и промышленная электроника», «Процессы и аппараты биотехнологии» и «Системы управления биотехнологическими процессами» Модуль формирует способность осуществлять, на основе общепрофессиональных и профессиональных компетенций, полученных при изучении базовых модулей образовательной программы, анализ и синтез процессов и аппаратов биотехнологии, разработку биотехнологического производства и систем его управления. Подробно рассматриваются законы гидравлики (движения и равновесия жидкостей), теоретические основы механических, гидромеханических, тепловых и массообменных процессов биотехнологии, конструкций типовых аппаратов. Изучаются подходы к математическому моделированию основных процессов биотехнологии, приобретаются практические навыки расчета и принципы рационального аппаратного оформления. Изучает теория автоматического управления, методы анализа и синтеза систем управления биотехнологическими процессами. Изучаются основные виды электротехнических цепей, электромагнитные устройства, электрические машины, электрооборудование, электронные приборы и устройства на их основе. Предусмотрен большой лабораторный практикум.

## 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	Электротехника и промышленная электроника	3
2	Системы управления биотехнологическими процессами	3
3	Процессы и аппараты биотехнологических производств	10
ИТОГО по модулю:		16

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

<b>Пререквизиты модуля</b>	1. Инженерное проектирование
<b>Постреквизиты и кореквизиты модуля</b>	1. Основные аспекты биотехнологии пищевых продуктов 2. Основы биотехнологических производств 3. Основы проектирования биотехнологических производств 4. Основные направления пищевых биотехнологических производств

#### 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
Процессы и аппараты биотехнологических производств	ОПК-4 - Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	<p>З-1 - Описать области фундаментальных, инженерных и других наук, освоенных за время обучения, знания которых используются при разработке заданных элементов технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>З-2 - Изложить основные принципы разработки элементов технических объектов, систем и технологических процессов</p> <p>З-3 - Характеризовать роль экономических, экологических, социальных ограничений в разработке элементов технических объектов, систем и технологических процессов</p> <p>У-1 - Оценить взаимосвязь разрабатываемого элемента с техническим объектом, системой или технологическим процессом в целом</p> <p>У-2 - Обосновать целесообразность предложенного варианта разработки элемента технического объекта, системы или технологического процесса с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>У-3 - Использовать информационные технологии для моделирования, расчета и проектирования элемента технического объекта, системы или технологического процесса</p> <p>П-1 - Выполнить разработку заданного элемента технических объектов, систем и технологических процессов с учетом</p>

		<p>экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>Д-1 - Проявлять самостоятельность и творчество при решении поставленной задачи</p>
	<p>ОПК-5 - Способен разрабатывать, оформлять и использовать техническую проектную и эксплуатационную документацию в соответствии с требованиями действующих нормативных документов</p>	<p>З-2 - Характеризовать назначение основных нормативно-правовых и нормативно-технических документов, регламентирующих профессиональную деятельность</p> <p>У-2 - Учитывать требования основных нормативных документов и справочные данные при разработке и оформлении технической, проектной и эксплуатационной документации в области профессиональной деятельности</p> <p>П-3 - Выполнять задания в области профессиональной деятельности, следуя требованиям технической проектной и эксплуатационной документации</p>
	<p>ОПК-6 - Способен выполнять настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p>	<p>З-1 - Перечислить основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности в соответствии с имеющейся технической документацией</p> <p>З-2 - Объяснить принципы и основные правила и методы настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p> <p>З-3 - Привести примеры использования цифровых технологий для настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Регулировать основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности в соответствии с имеющейся технической документацией</p> <p>У-2 - Определять основные параметры функционирования технологического</p>

		<p>оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности для установления соответствия имеющейся технической документации</p> <p>У-3 - Оптимизировать с помощью цифровых технологий настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p> <p>П-1 - Проводить организацию настройки и настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p> <p>П-2 - Осуществлять контроль соответствия имеющейся технической документации и необходимую корректировку основных параметров функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>Д-1 - Внимательно и ответственно относиться к выполнению требований технической документации</p>
	<p>ОПК-7 - Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции, показатели энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта, осуществлять метрологическое обеспечение производственной деятельности</p>	<p>З-1 - Объяснить принцип действия основного технологического оборудования</p> <p>З-2 - Изложить научные основы технологических операций</p> <p>З-4 - Перечислить основные показатели энерго и ресурсоэффективности производственной деятельности</p> <p>У-1 - Определять необходимое технологическое оборудование для выполнения технологических операций</p> <p>У-2 - Оценить соответствие выбранного технологического оборудования и технологических операций нормам и правилам безопасной эксплуатации, технологическим регламентам и инструкциям</p> <p>У-3 - Анализировать неполадки технологического оборудования,</p>

		<p>устанавливать их причины и определять способы их устранения</p> <p>У-4 - Оценивать с использованием количественных или качественных показателей соответствие характеристик получаемой продукции установленным техническим требованиям и фиксировать отклонения</p> <p>П-1 - Поддерживать в процессе производственной эксплуатации заданные режимы технологических операций и параметры работы необходимого оборудования, обеспечивающие производительность и качество получаемой продукции</p> <p>П-2 - Рассчитывать показатели ресурсо- и энергоэффективности производственного цикла и продукта</p> <p>П-3 - Провести диагностику неполадок и определить способы ремонта технологического оборудования</p>
<p>Системы управления биотехнологическими процессами</p>	<p>ОПК-4 - Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>	<p>З-1 - Описать области фундаментальных, общинженерных и других наук, освоенных за время обучения, знания которых используются при разработке заданных элементов технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>З-2 - Изложить основные принципы разработки элементов технических объектов, систем и технологических процессов</p> <p>З-3 - Характеризовать роль экономических, экологических, социальных ограничений в разработке элементов технических объектов, систем и технологических процессов</p> <p>У-1 - Оценить взаимосвязь разрабатываемого элемента с техническим объектом, системой или технологическим процессом в целом</p> <p>У-2 - Обосновать целесообразность предложенного варианта разработки элемента технического объекта, системы</p>

		<p>или технологического процесса с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>У-3 - Использовать информационные технологии для моделирования, расчета и проектирования элемента технического объекта, системы или технологического процесса</p> <p>П-1 - Выполнить разработку заданного элемента технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>Д-1 - Проявлять самостоятельность и творчество при решении поставленной задачи</p>
	<p>ОПК-6 - Способен выполнять настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p>	<p>З-3 - Перечислить основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности в соответствии с имеющейся технической документацией</p> <p>З-2 - Объяснить принципы и основные правила и методы настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p> <p>З-3 - Привести примеры использования цифровых технологий для настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Регулировать основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности в соответствии с имеющейся технической документацией</p> <p>У-2 - Определять основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности для установления соответствия имеющейся технической документации</p>

		<p>У-3 - Оптимизировать с помощью цифровых технологий настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p> <p>П-1 - Проводить организацию настройки и настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p> <p>П-2 - Осуществлять контроль соответствия имеющейся технической документации и необходимую корректировку основных параметров функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>Д-1 - Внимательно и ответственно относиться к выполнению требований технической документации</p>
	<p>ОПК-7 - Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции, показатели энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта, осуществлять метрологическое обеспечение производственной деятельности</p>	<p>З-1 - Объяснить принцип действия основного технологического оборудования</p> <p>З-2 - Изложить научные основы технологических операций</p> <p>З-4 - Перечислить основные показатели энерго и ресурсоэффективности производственной деятельности</p> <p>У-1 - Определять необходимое технологическое оборудование для выполнения технологических операций</p> <p>У-2 - Оценить соответствие выбранного технологического оборудования и технологических операций нормам и правилам безопасной эксплуатации, технологическим регламентам и инструкциям</p> <p>У-3 - Анализировать неполадки технологического оборудования, устанавливать их причины и определять способы их устранения</p> <p>У-4 - Оценивать с использованием количественных или качественных показателей соответствие характеристик</p>

		<p>получаемой продукции установленным техническим требованиям и фиксировать отклонения</p> <p>П-1 - Поддерживать в процессе производственной эксплуатации заданные режимы технологических операций и параметры работы необходимого оборудования, обеспечивающие производительность и качество получаемой продукции</p> <p>П-2 - Рассчитывать показатели ресурсо- и энергоэффективности производственного цикла и продукта</p> <p>П-3 - Провести диагностику неполадок и определить способы ремонта технологического оборудования</p>
	<p>ПК-2 - Способность использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции</p>	<p>З-1 - Интерпретировать показания автоматических датчиков состояния оборудования, производственной среды</p> <p>У-1 - Оценивать технологические параметры и режимы производства биотехнологической продукции на соответствие требованиям технологической и эксплуатационной документации</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт контроля процесса ферментации для получения биопродуктов</p>
<p>Электротехника и промышленная электроника</p>	<p>ОПК-4 - Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>	<p>З-1 - Описать области фундаментальных, инженерных и других наук, освоенных за время обучения, знания которых используются при разработке заданных элементов технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>З-2 - Изложить основные принципы разработки элементов технических объектов, систем и технологических процессов</p> <p>З-3 - Характеризовать роль экономических, экологических, социальных ограничений в разработке элементов технических объектов, систем и технологических процессов</p>

		<p>У-1 - Оценить взаимосвязь разрабатываемого элемента с техническим объектом, системой или технологическим процессом в целом</p> <p>У-2 - Обосновать целесообразность предложенного варианта разработки элемента технического объекта, системы или технологического процесса с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>У-3 - Использовать информационные технологии для моделирования, расчета и проектирования элемента технического объекта, системы или технологического процесса</p> <p>П-1 - Выполнить разработку заданного элемента технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>Д-1 - Проявлять самостоятельность и творчество при решении поставленной задачи</p>
	<p>ОПК-6 - Способен выполнять настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p>	<p>З-1 - Перечислить основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности в соответствии с имеющейся технической документацией</p> <p>З-2 - Объяснить принципы и основные правила и методы настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p> <p>З-3 - Привести примеры использования цифровых технологий для настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Регулировать основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности в</p>

		<p>соответствии с имеющейся технической документацией</p> <p>У-2 - Определять основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности для установления соответствия имеющейся технической документации</p> <p>У-3 - Оптимизировать с помощью цифровых технологий настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p> <p>П-1 - Проводить организацию настройки и настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p> <p>П-2 - Осуществлять контроль соответствия имеющейся технической документации и необходимую корректировку основных параметров функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>Д-1 - Внимательно и ответственно относиться к выполнению требований технической документации</p>
	<p>ОПК-7 - Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции, показатели энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта, осуществлять метрологическое обеспечение</p>	<p>З-1 - Объяснить принцип действия основного технологического оборудования</p> <p>З-2 - Изложить научные основы технологических операций</p> <p>З-4 - Перечислить основные показатели энерго и ресурсоэффективности производственной деятельности</p> <p>У-1 - Определять необходимое технологическое оборудование для выполнения технологических операций</p> <p>У-2 - Оценить соответствие выбранного технологического оборудования и технологических операций нормам и правилам безопасной эксплуатации,</p>

	<p>производственной деятельности</p>	<p>технологическим регламентам и инструкциям</p> <p>У-3 - Анализировать неполадки технологического оборудования, устанавливать их причины и определять способы их устранения</p> <p>У-4 - Оценивать с использованием количественных или качественных показателей соответствие характеристик получаемой продукции установленным техническим требованиям и фиксировать отклонения</p> <p>П-1 - Поддерживать в процессе производственной эксплуатации заданные режимы технологических операций и параметры работы необходимого оборудования, обеспечивающие производительность и качество получаемой продукции</p> <p>П-2 - Рассчитывать показатели ресурсо- и энергоэффективности производственного цикла и продукта</p> <p>П-3 - Провести диагностику неполадок и определить способы ремонта технологического оборудования</p>
--	--------------------------------------	---

### 1.5. Форма обучения

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Электротехника и промышленная**  
**электроника**

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	Вохминцев Александр Сергеевич	кандидат физико- математических наук, доцент	Доцент	физических методов и приборов контроля качества
2	Никифоров Сергей Владимирович	доктор физико- математических наук, доцент	Профессор	физических методов и приборов контроля качества

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

Протокол № 8 от 25.08.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Вохминцев Александр Сергеевич, Доцент, физических методов и приборов контроля качества**
- **Никифоров Сергей Владимирович, Профессор, физических методов и приборов контроля качества**

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- С применением электронного обучения на основе электронных учебных курсов, размещенных на LMS-платформах УрФУ
- 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	Электрические и магнитные цепи	<p>Основные определения, топологические параметры. Условные графические обозначения электротехнических устройств постоянного тока. Элементы электрических цепей. Источники и приемники электрической энергии. Законы Ома и Кирхгофа. Схемы замещения электротехнических устройств постоянного тока. Резистивные элементы, источники ЭДС и тока, их свойства и характеристики. Топологические понятия теории электрических цепей. Неразветвленные и разветвленные электрические цепи с одним источником электрической энергии. Условные положительные направления электрических величин на схемах электрических цепей. Энергетические соотношения в электрических цепях.</p> <p>Методы расчета электрических цепей. Анализ электрического состояния неразветвленных и разветвленных электрических цепей с несколькими источниками электрической энергии путем применения законов Кирхгофа, метода эквивалентных преобразований, методов контурных токов.</p> <p>Анализ и расчет линейных цепей переменного тока. Способы представления электрических величин – синусоидальных функций: временными диаграммами, векторами,</p>

		<p>комплексными числами. Основные параметры, характеризующие синусоидальную функцию.</p> <p>Однофазные цепи. Источники синусоидальной ЭДС. Приемники электрической энергии. Резисторы, индуктивные катушки, конденсаторы. Условные графические обозначения электротехнических цепей переменного тока. Элементы схем замещения: резистивный, индуктивный, емкостный. Уравнения электрического состояния цепи с последовательным соединением элементов. Активное, реактивное и полное сопротивление двухполюсника. Фазовые соотношения между токами и напряжениями. Параллельное соединение элементов. Уравнения электрического состояния, векторные диаграммы на комплексной плоскости. Фазовые соотношения между токами и напряжениями. Резонансные явления, условия возникновения и практическое применение. Активная, реактивная и полная мощности. Коэффициент мощности. Техничко-экономическое значение повышения коэффициента мощности и способы компенсации реактивной мощности.</p> <p>Трехфазные цепи. Способы соединения фаз трехфазного источника питания. Трехпроводная и четырехпроводная цепи. Фазное и линейное напряжения. Классификация и способы включения приемников в трехфазную цепь. Симметричные режимы трехфазной цепи. Соединения элементов трехфазной цепи звездой и треугольником. Соотношения между фазными и линейными напряжениями и токами при симметричных нагрузках. Мощность трехфазной цепи.</p> <p>Анализ и расчет магнитных цепей. Электромагнитные устройства и их применение. Ферромагнитные материалы и их характеристики.</p>
<b>P2</b>	Электрические машины	<p>Трансформаторы. Назначение и области применения трансформаторов. Режимы работы. Уравнения электрического и магнитного состояния, векторная диаграмма трансформатора, схема замещения. Потери энергии в трансформаторе. Система охлаждения. Внешняя характеристика. Паспортные данные трансформаторов.</p> <p>Машины постоянного тока. Устройство и принцип действия, режимы генератора и двигателя.</p> <p>Асинхронные машины. Устройство и принцип действия трехфазного асинхронного двигателя. Уравнения электрического состояния цепей обмоток статора и ротора. Электромагнитный момент. Механические и рабочие характеристики. Паспортные данные.</p> <p>Синхронные машины. Устройство синхронной машины. Принцип действия генератора и двигателя.</p>
<b>P3</b>	Промышленная электроника	<p>Элементная база и полупроводниковые приборы. P-n переход, его свойства и характеристики. Классификация, свойства и</p>

		<p>область применения полупроводниковых диодов, полевых и биполярных транзисторов, тиристоров и микросхем.</p> <p>Источники вторичного электропитания. Основные параметры выпрямительных устройств. Однофазные и трехфазные схемы выпрямления. Управляемые выпрямители. Тиристорные регуляторы переменного напряжения. Полупроводниковые преобразователи частоты.</p> <p>Усилители электрических сигналов. Основные параметры и характеристики полупроводниковых усилителей. Схемы включения транзисторов в режиме усиления, обратные связи, операционные усилители.</p> <p>Автогенераторные устройства. Область применения и классификация автогенераторов, принципы их построения в аналоговой и цифровой технике.</p> <p>Импульсные устройства и основы цифровой техники. Особенности и преимущества передачи информации в импульсном режиме. Ключевой режим работы транзисторов. Компаратор, триггер Шмитта, мультивибраторы. Основные логические операции и элементы. Двоичные счетчики и регистры.</p>
--	--	--

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	дистанционное образование	Технология самостоятельной работы	ОПК-4 - Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	Д-1 - Проявлять самостоятельность и творчество при решении поставленной задачи

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Электротехника и промышленная электроника**

**Электронные ресурсы (издания)**

1. , Коняев, А. Ю., Карташова, В. А., Останков, П. И., Проскуряков, В. С.; Электрические машины : Вопросы и задачи для программир. контроля по дисциплине "Электротехника и основы электроники" для студентов всех видов обучения неэлектротехн. специальностей.; УПИ, Свердловск; 1984; <http://library.ustu.ru/dspace/handle/123456789/624> (Электронное издание)
2. Аверченков, О. Е.; Схемотехника. Аппаратура и программы : учебное пособие.; ДМК Пресс, Москва; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=231866> (Электронное издание)
3. ; Основы теории цепей: Практический курс : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2011; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135596> (Электронное издание)
4. Пуховский, В. Н.; Электротехника, электроника и схемотехника: модуль «Цифровая схемотехника» : учебное пособие.; Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Таганрог; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561295> (Электронное издание)
5. Пуховский, , В. Н.; Электротехника, электроника и схемотехника. Модуль «Цифровая схемотехника» : учебное пособие.; Издательство Южного федерального университета, Ростов-на-Дону, Таганрог; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/87782.html> (Электронное издание)

### **Печатные издания**

1. Касаткин, А. С., Немцов, М. В.; Электротехника : учеб. для студентов неэлектротехн. специальностей вузов.; Академия, Москва; 2008 (22 экз.)
2. Карташова, В. А., Сарапулов, Ф. Н.; Электротехника : учеб. пособие по дисциплине "Электротехника".; УГТУ, Екатеринбург; 1997 (7 экз.)
3. Немцов, М. В.; Электротехника и электроника : Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. бакалавров и магистров "Техн. науки" и направлениям подгот. дипломир. специалистов "Техника и технологии".; МЭИ, Москва; 2003 (32 экз.)
4. Проскуряков, В. С., Соболев, С. В., Хрулькова, Н. В.; Электрические цепи постоянного тока : учебное пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2007 (50 экз.)
5. Рекус, Г. Г.; Основы электротехники и электроники в задачах с решениями : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по неэлектротехн. специальностям направлений подгот. дипломир. специалистов в обл. техники и технологии.; Высшая школа, Москва; 2005 (52 экз.)
6. Гейтс, Э. Д., Эрл Д., Синдеев, Ю. Г.; Введение в электронику. Практический подход; Феникс, Ростов-на-Дону; 1998 (9 экз.)
7. Проскуряков, В. С., Соболев, С. В.; Расчет разветвленной электрической цепи постоянного тока : учебно-методическое пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2009 (50 экз.)
8. Гольдберг, О. Д.; Электромеханика : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. 140200 "Электроэнергетика".; Академия, Москва; 2007 (34 экз.)
9. Проскуряков, В. С., Соболев, С. В.; Электрические машины : учебное пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2009 (50 экз.)
10. Морозов, А. Г.; Электротехника, электроника и импульсная техника : Учеб. для вузов инж.-экон. спец.; Высш. шк., Москва; 1987 (38 экз.)

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

<https://openedu.ru/course/urfu/ELB/> Основы электротехники и электроники

учебные и учебно-методические материалы на портале информационно-образовательных ресурсов сайта УрФУ. WEB-адрес: <http://study.urfu.ru>

- видеосервер УрФУ. Режим доступа: <http://video.urfu.ru>

- сервер зональной научной библиотеки УрФУ. Режим доступа: <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

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Электротехника и промышленная электроника

### 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	Подключение к сети Интернет Google Chrome	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome
2	Практические занятия	Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет Google Chrome	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome
3	Лабораторные занятия	Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет Google Chrome	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome

4	Консультации	Подключение к сети Интернет Google Chrome	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет Google Chrome	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome
6	Самостоятельная работа студентов	Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет Google Chrome	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Системы управления биотехнологическими**  
**процессами**

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	Безматерных Максим Алексеевич	кандидат химических наук, доцент	Доцент	технологии органического синтеза
2	Матюхин Владимир Ильич	кандидат технических наук, старший научный сотрудник	Доцент	теплофизики и информатики в металлургии

**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
- Матюхин Владимир Ильич, Доцент, теплофизики и информатики в металлургии

## 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	Общие сведения об устройствах получения информации о процессе	Общие сведения об устройствах получения информации. Чувствительные элементы (датчики физических величин). Измерительные и корректирующие преобразователи. Входные и выходные величины. Статическая и динамическая характеристика датчика. Порог чувствительности. Основные и дополнительные погрешности датчика. Нормирующие преобразователи. Структурная организация преобразователей. Измерительные устройства, их классификация по виду вырабатываемой измерительной информации. Средства воздействия на процесс. Сигналы дистанционной передачи информации аналоговые и дискретные. Естественный и унифицированный сигнал.
P2	Идентификация объекта регулирования	Определение параметров объекта регулирования. Математическая модель объекта.
P3	Синтез и исследование системы автоматического регулирования	Показатели качества регулирования. Законы автоматического регулирования. Выбор закона регулирования. Расчет оптимальных параметров настройки регулятора. Информационная технология исследования системы автоматического регулирования.
P4	Комплектация типовых систем автоматического регулирования	Первичные измерительные преобразователи (датчики) для измерения важнейших технологических параметров – температуры, давления, уровня, расхода, состава вещества. Программируемые логические контроллеры. Исполнительные

		механизмы и регулирующие органы. Устройства человеко-машинного интерфейса. Программное обеспечение.
<b>Р5</b>	Реализация автоматизированных систем управления объектами и технологическими процессами на базе микропроцессорной техники	Основные типовые узлы автоматического управления (температуры, давления, соотношения расходов). Автоматика безопасности. Совместное функционирование узлов систем автоматического регулирования. Автоматизация технологических процессов и объектов

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология дебатов, дискуссий	ОПК-6 - Способен выполнять настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации	Д-1 - Внимательно и ответственно относиться к выполнению требований технической документации
			ПК-2 - Способность использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	З-1 - Интерпретировать показания автоматических датчиков состояния оборудования, производственной среды У-1 - Оценивать технологические параметры и режимы производства биотехнологической продукции на соответствие требованиям технологической и

				эксплуатационной документации  П-1 - Иметь практический опыт контроля процесса ферментации для получения биопродуктов
--	--	--	--	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Системы управления биотехнологическими процессами

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Ким, Д. П.; Теория автоматического управления : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2007; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69278> (Электронное издание)
2. Коновалов, Б. И.; Теория автоматического управления : учебное пособие.; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск; 2010; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208587> (Электронное издание)
3. Лубенцов, В. Ф.; Теория автоматического управления : учебно-методическое пособие.; Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), Ставрополь; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457414> (Электронное издание)
4. Федосенков, Б. А.; Теория автоматического управления: классические и современные разделы : учебное пособие.; Кемеровский государственный университет, Кемерово; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495195> (Электронное издание)
5. Решетняк, Е. П.; Системы управления химико-технологическими процессами : конспект лекций для студентов специальности «биотехнология».; Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, Вузовское образование, Саратов; 2009; <http://www.iprbookshop.ru/8143.html> (Электронное издание)
6. Решетняк, Е. П.; Руководство к выполнению курсовой работы по дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами» : методическое пособие для студентов специальности 240900 – «биотехнология».; Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, Вузовское образование, Саратов; 2009; <http://www.iprbookshop.ru/8152.html> (Электронное издание)
7. Решетняк, Е. П.; Синтез систем автоматического управления в биотехнологии методом стандартных коэффициентов; Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, Вузовское образование, Саратов; 2006; <http://www.iprbookshop.ru/8158.html> (Электронное издание)
8. Чечина, О. Н.; Основы проектирования и оборудование предприятий биотехнологической промышленности : сборник задач.; Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, Самара; 2015; <http://www.iprbookshop.ru/90680.html> (Электронное издание)
9. ; Задачи инженерного анализа процессов и аппаратов химической и биотехнологии в среде NX : учебное пособие.; Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, Тамбов; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/94340.html> (Электронное издание)

## **Печатные издания**

1. Рачков, М. Ю.; Технические средства автоматизации : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Автоматизация технол. процессов и пр-в" направление подгот. дипломир. специалистов "Автоматизир. технологии и пр-ва".; МГИУ, Москва; 2006 (10 экз.)
2. 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.)
3. Попов, Е. П.; Теория нелинейных систем автоматического регулирования и управления : Учеб. пособие для втузов.; Наука, Москва; 1988 (9 экз.)
4. Ротач, В. Я.; Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами : Учебник для вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1985 (20 экз.)
5. , Соломенцев, Ю. М.; Теория автоматического управления : Учебник для вузов машиностр. специальностям вузов.; Высшая школа, Москва; 1999 (16 экз.)
6. , Соломенцев, Ю. М.; Теория автоматического управления : Учебник для вузов.; Машиностроение, Москва; 1992 (11 экз.)

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

- Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ [www.study.urfu.ru](http://www.study.urfu.ru)
- Электронные ресурсы зональной библиотеки УрФУ <http://lib.urfu.ru>
- Российская электронная научная библиотека: <http://www.elibrary.ru>
- Поисковая система публикаций научных изданий: <http://www.sciencedirect.com>
- Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru/> – режим доступа свободный

## **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://yandex.ru>, <http://google.ru>, <http://rambler.ru> – поисковые системы в Интернет;
- [www.nbmgu.ru/search](http://www.nbmgu.ru/search) – Научная библиотека Московского Государственного Университета им. М. В. Ломоносова.
- <http://lib.urfu.ru/> – Зональная научная библиотека УрФУ
- Web-портал по средствам и системам компьютерной автоматизации [www.asutp.ru](http://www.asutp.ru);
- Web-портал компании ОВЕН (средства и системы промышленной автоматизации) [www.owen.ru](http://www.owen.ru);
- Web-портал ОАО "Московский завод тепловой автоматики" [www.mzta.ru](http://www.mzta.ru);
- Web-портал компании Метран [www.metran.ru](http://www.metran.ru);

- Web-портал ООО «Торговый дом «Теплоприбор»» [www.tpchel.ru](http://www.tpchel.ru);
- Web-портал компании "Данфосс" [www.danfoss.ru](http://www.danfoss.ru);
- Web-портал компании «Авитек-Плюс» (автоматизированные измерительные технологические комплексы) [www.avitec.ru](http://www.avitec.ru);
- Web-портал ОАО ИПФ СИБНА («Сибнефтеавтоматика») [www.sibna.ru](http://www.sibna.ru);
- Web-портал компании МЕТТЕК (масспектрометры и газоаналитические комплексы) [www.mettek.ru](http://www.mettek.ru);
- Web-портал компании «Взлет» (приборы учета расхода жидкостей и тепловой энергии) [www.vzljot.ru](http://www.vzljot.ru);
- Web-портал группы компаний ТЕКОН (средства и системы промышленной автоматизации) [www.tecon.ru](http://www.tecon.ru);
- Web-портал компании Omron (средства автоматизации) [omron.ru](http://omron.ru);
- Web-портал компании РТСофт (средства и системы промышленной автоматизации) [www.rtssoft.ru](http://www.rtssoft.ru);
- Web-портал компании ProSoft (средства и системы промышленной автоматизации) [www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru);
- Web-ресурс по датчикам для измерения и автоматизации [www.sensor.ru](http://www.sensor.ru);
- Web-портал компании ООО «Уралэкоавтоматика» (средства автоматического контроля и регулирования технологических процессов) [www.uralekoavtomatika.sky.ru](http://www.uralekoavtomatika.sky.ru)

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Системы управления биотехнологическими процессами

#### 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  Подключение к сети Интернет  Google Chrome	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Google Chrome
2	Лабораторные занятия	Рабочее место преподавателя  Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Google Chrome

		<p>процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>Google Chrome</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>Google Chrome</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome</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>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>Google Chrome</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>Google Chrome</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome</p>

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Процессы и аппараты 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	Безматерных Максим Алексеевич	кандидат химических наук, доцент	Доцент	технологии органического синтеза
2	Лаврова Лариса Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	

**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
- Лаврова Лариса Юрьевна, Доцент,

## 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	Гидромеханические процессы и аппараты	<p>Предмет, цели и задачи курса ПАБТ. Классификация основных процессов биотехнологии. Основные понятия и законы, лежащие в основе науки о ПАБТ. Значение изучения курса при подготовке бакалавров направления “Биотехнология”.</p> <p>Гидравлика как прикладная наука. Краткая история развития. Основные разделы. Задачи гидравлики. Капельные и упругие жидкости. Объемные (массовые) и поверхностные силы, действующие на жидкость. Основные физические свойства и параметры состояния реальных производств. Представление о жидкостях как о сплошных средах. Понятия о реальной и идеальной жидкостей: плотность, сжимаемость, вязкость. Неньютоновские жидкости.</p> <p>Гидростатическое давление. Единицы. Два свойства гидростатического давления. Дифференциальное уравнение равновесия жидкости (уравнение Эйлера). Основное уравнение гидростатики (уравнение Паскаля). Практическое приложение основного уравнения гидростатики: Гидравлический пресс, сообщающиеся сосуды, барометр, дымовая труба, сифон, расчет. Разрывные усилия в трубах и резервуарах. Сила давления на стенки сосуда: плоскую и криволинейную, центр давления. Прямолинейное и вращательное движение сосуда с жидкостью. Поверхность равного давления.</p>

		<p>Основные понятия и определения гидродинамики. Внешняя и внутренняя задачи гидродинамики. Местная и мгновенная скорость. Установившиеся и неустановившиеся виды движения. Траектория движения. Линия тока. Элементарная струйка и ее свойства. Трубка тока. Объемный элементарный расход жидкости. Уравнение неразрывности движения для элементарной струйки капельной жидкости при установившемся движении. По-ток жидкости. Струйная модель потока. Основные кинематические характеристики потока жидкости: живое сечение, смоченный периметр, гидравлический радиус, средняя скорость. Виды движения потока жидкости. Основное уравнение гидродинамики. Уравнение неразрывности для стационарного и нестационарного движения жидкости (материальный баланс потока). Дифференциальное уравнение движения идеальной жидкости (уравнение Эйлера). Уравнение Бернулли. Обобщенный вид уравнения Бернулли для реальных жидкостей. Практическое применение уравнения Бернулли: истечение жидкости из отверстия, набегание текучей среды в коммуникациях переменного сечения, водомер Вентури. Дифференциальные уравнения движения реальной жидкости (уравнения Навье-Стокса). Трудности использования системы этих уравнений для решения большинства практических задач и пути их преодоления. Подобные преобразования уравнений Навье-Стокса. Основные критерии гидродинамического подобия: Эйлера, Рейнольдса, Фруда. Производные критерии Галилея и Архимеда. Физический смысл критериев. Обобщенное уравнение гидродинамики. Гидродинамические режимы движения вязкой жидкости: ламинарный и турбулентный, Опыт Рейнольдса. Критерий Рейнольдса. Физический смысл, критические значения. Определение скоростей в потоке при ламинарном режиме течения. Уравнение Пуазейля. Турбулентный режим течения. Основные характеристики: интенсивность турбулентности, мас-штаб турбулентности. Общие понятия. Потери напора (давления) на трение и местные сопротивления. Коэффициенты сопротивления по длине и коэффициенты местных сопротивлений. Сопротивление трения при ламинарном и турбулентном движении жидкости в трубах. Влияние поверхности трубопровода на коэффициент трения. Местные сопротивления. Расчет потерь напора с учетом местных сопротивлений. Примеры местных сопротивлений: места резкого расширения и сужения, при истечении через отверстия, при повороте струи в колене. Истечение жидкости через малые незатопленные отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре. Коэффициенты скорости, сжатия струи, расхода. Влияние на них характера движения жидкости, формы отверстия и расположения их. Форма вытекающей струи. Истечение через большие незатопленные отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре. Типы насадок. Закономерности истечения жидкости через цилиндрический насадок. Расчет величины разряжения и предельного напора в цилиндрическом насадке. Гидравлические характеристики насадок: внутренний цилиндрический насадок, конический сходящийся насадок, коноидальный насадок, комбинированные насадки.</p>
--	--	--

Энергетические характеристики насадок. Истечение жидкости при неустановившемся движении. Опорожнение сообщающихся со-судов. Основные явления при обтекании тел потоком. Виды и природа сопротивлений. Осаждение твердых частиц в текущей среде. Скорость осаждения. Закон Стокса. Определение скорости осаждения методом П.В. Лященко. Физическая картина процесса гидравлического удара. Расчет повышения давления при гидравлическом ударе и скорости распространения ударной волны. Меры по предотвращению разрушений от гидравлических ударов. Основные определения и структурные характеристики зернистых и пористых слоев. Порозность, размер частиц, их форма Удельная поверхность, эквивалентные диаметры каналов, фактор формы, фиктивная скорость. Определение потерь напора при движении жидкости через зернистый слой. Влияние характера движения жидкости на коэффициент сопротивления. Гидродинамика псевдооживленного слоя зернистых материалов. Роль псевдооживления для интенсификации процессов теплообмена. Характеристики псевдооживленного состояния. Скорость начала псевдооживления, витания и уноса. Число псевдооживления. Однородное и неоднородное псевдооживление. Расчет гидравлического сопротивления псевдооживленных слоев.

Основные характеристики пленочного течения. Критерий Рейнольдса. Разделение скоростей в пленке стекающей жидкости. Волновое и турбулентное течение пленки жидкости. Влияние шероховатостей и поверхностно-активных веществ на пленочное течение жидкости. Условия стабильности пленочного течения. Течение пленки с учетом движения газа.

Распределение времени пребывания жидкости в аппаратах. Значение характера распределения частиц по-току в аппарате на его работу. Методы определения структуры потока в аппарате. Модели идеального вытеснения и идеального перемешивания. Математическое описание других промежуточных моделей. Диффузионная и ячеечная модели.

Перемешивание. Цели перемешивания. Способы перемешивания. Характеристики перемешивающих устройств. Интенсивность перемешивания. Обобщенное уравнение гидродинамики для процессов перемешивания. Вывод. Механические перемешивающие устройства. Типы мешалок, их характеристики, достоинства. Пневматическое перемешивание.

Перемещение жидкостей. Насосы. Газлифты. Монтежю. Классификация насосов Основные параметры насосов: производительность, напор, мощность, высота всасывания и нагнетания. Центробежные насосы. Принцип действия и устройства. Основное управление центробежных насосов. Связь между производительностью, давлением, мощностью и КПД. Законы пропорциональности. Характеристика насоса. Работа насоса на сеть и рабочая точка. Параллельная и последовательная работа насоса. Поршневые насосы. Принцип действия и устройство. Объемный КПД. Насосы простого, двойного и тройного действия. Графики подачи. Выравнивание

		<p>подачи воздушными колпаками. Регулирование производительности. Сравнительная оценка и выбор насосов, область применения.</p> <p>Перемещение и сжатие газов. Компрессорные машины. Термодинамические основы процесса сжатия га-зов. Процессы сжатия газов. Индикаторная диаграмма. Классификация компрессоров. Основные параметры компрессоров: производительность, индикаторная мощность и давление, коэффициент подачи. Поршневые компрессоры. Ротационные компрессоры и газодувки. Центробежные машины. Осевые вентиляторы и компрессоры. Вакуум-насосы. Принцип действия и устройства.</p> <p>Разделение неоднородных систем. Классификация неоднородных систем и их характеристика. Основные способы разделения и их экологическое значение. Общие закономерности движения частиц в газе или жидкости. Разделение газовых неоднородных систем. Разделение газовых неоднородных систем под действием силы тяжести. Скорость осаждения. Конструкции аппаратов для разделения газовых неоднородных систем под действием силы тяжести. Принцип работы. Расчет аппаратов для разделения газовых неоднородных систем. Разделение газовых неоднородных систем под действием инерционных и центробежных сил. Основные особенности и закономерности данного разделения. Инерционные пылеуловители и отстойные газоходы. Конструктивные особенности, принцип действия, достоинства и недостатки. Центробежные пылеуловители – циклоны. Принцип работы, область применения, оценка работы. Время осаждения частиц в циклоне. Пути увеличения эффективности работы циклонов. Электрическая очистка газа от пыли и тумана. Электроосадители: принцип работы, скорость осаждения и степень улавливания пыли, КПД. Факторы, влияющие на работу электроосадителя. Промывка газа от пыли и тумана. Скрубберы: принцип работы, конструктивные особенности, область применения, достоинства и недостатки. Фильтрование газов. Общие закономерности. Конструкции фильтров: принцип работы, область применения, достоинства и недостатки. Разделение жидких неоднородных систем. Особенности и закономерности процесса отстаивания. Флотация. Конструкции отстойников. Принцип работы, конструктивные особенности, области применения, сравнительная характеристика. Фильтрование жидких неоднородных систем. Теория фильтрования. Основное уравнение фильтрации. Определение скорости фильтрования и толщины осадка. Конструкции фильтров: принципы работы, области применения, сравнительная характеристика. Центрифугирование жидких неоднородных систем. Фактор разделения. Конструкции центрифуг. Принцип их работы, конструктивные особенности, достоинства и недостатки. Сверхцентрифуги.</p> <p>Измельчение твердых материалов. Физико-химические основы измельчения. Расход энергии. Крупное дробление. Среднее дробление. Мелкое дробление. Дробилки для крупного, среднего и мелкого дробления. Тонкое измельчение.</p>
--	--	--

		<p>Сверхтонкое измельчение. Мельницы. Классификация и сортировка материалов. Грохочение. Гидравлическая классификация и воз-душная сепарация. Смешение твердых материалов.</p>
<p><b>P2</b></p>	<p>Тепло- массообменные процессы и аппараты</p>	<p>Нагревание, охлаждение, конденсация. Общие сведения и основные понятия теории теплообмена.</p> <p>Внутренний и внешний методы составления тепловых балансов. Механизмы передачи тепла. Движущая сила процесса. Передача тепла теплопроводностью. За-кон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Теплопроводность плоской однослойной и многослойной стенки при установившемся режиме.</p> <p>Передача тепла конвекцией. Механизм естествен-ной и принудительной конвекции. Закон Ньютона. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена Фурье –Кирхгофа. Критерии теплового подобия. Критериальное уравнение конвективного теплообмена. Тепловой пограничный слой. Совместная передача тепла теплопроводностью и конвекцией. Механизм переноса тепла от среды к среде через разделяющую плоскую однослойную и многослойную стенку. Основное уравнение теплопередачи. Термическое сопротивление теплопередаче. Определение средней движущей силы при различном направлении движения теплоносителей. Передача тепла излучением. Основные понятия и определения. Механизм излучения и поглощения тепла. Закон Стефана – Больцмана. Закон Кирхгофа. Теплообмен из-лучением между твердыми телами. Особенности излучения газов. Совместная передача тепла конвекцией и излучением. Теплообменные аппараты. Принципы работы, конструктивные особенности, выбор направления движения сред, достоинства и недостатки. Сравнительная характеристика теплообменников. Теплоотдача от конденсирующего пара. Механизм передачи тепла от конденсирующегося пара. Капельная и пленочная конденсация. Аппараты для нагрева паром. Потери тепла и тепловая изоляция. Расчет потерь тепла и толщина теплоизоляции аппарата. Виды тепловой изоляции. Критерий Грасгофа.</p> <p>Выпаривание. Поверхностное испарение и кипение. Температура кипения раствора. Упругость пара над раствором. Закон Рауля. Правило линейности Павлова. Материальный и тепловой баланс выпаривания. Выпаривание под вакуумом. Закономерности теплоотдачи от стенки к кипящей жидкости. Кипение в большом объеме и в трубах. Явления, сопровождающие выпаривание растворов, и меры по их устранению. Конструкции выпарных аппаратов. Принцип работы. Многокорпусные выпарные установки. Температурные депрессии.</p> <p>Основы массопередачи. Основные виды процессов массопередачи. Механизм переноса массы из фазы в фазу через плоскую и сферическую границу раздела. Движущая сила</p>

		<p>процесса. Молекулярная диффузия. Турбулентная диффузия. Конвективный массообмен (естественная и принудительная конвекция). Преобразование дифференциальных уравнений переноса массы методами теории подобия. Критерии диффузионного подобия. Критериальное уравнение конвективного массообмена. Основное уравнение массопередачи. Средняя движущая сила процесса переноса массы. Определение площади поверхности контакта фаз. Основы расчета высоты единиц переноса и числа единиц переноса.</p> <p>Массообмен между газовой и жидкой фазами (абсорбция). Общие сведения о процессе абсорбции и область его применения. Физическая абсорбция и хемосорбция. Закон Генри. Закон Рауля. Материальный баланс абсорбции. Кинетика абсорбции. Абсорбции через плоскую и сферическую границу раздела. Влияние температуры и гидродинамических условий на скорость абсорбции в биореакторах. Конструкции биореакторов. Аэробные биореакторы. Особенности процесса абсорбции при барботаже кислорода в аэробных биореакторах. Биореакторы с обогревом. Принципы работы. Достоинства и недостатки.</p> <p>Гидродинамические режимы в насадочных и барботажных абсорберах. Батарея абсорберов. Графический метод расчета числа единиц переноса. Конструкции тарелок. Сравнительная характеристика биореакторов и тенденции их совершенствования.</p> <p>Сушка. Общие сведения о процессе сушки и области практического применения. Сушка под вакуумом. Основные параметры влажного воздуха. Теория «микро-го» термометра. Материальный и тепловой балансы сушки. Диаграмма состояния влажного воздуха Рамзина. Теоретическая и действительная сушка. Кинетика сушки. Механизм процесса сушки. Периоды внешней и внутренней диффузии сушки. Факторы, влияющие на скорость сушки. Потенциал сушки. Общие вопросы режима сушки. Конструкции сушилок. Принципы работы. Сравнительная характеристика сушилок. Специальные виды сушки.</p> <p>Жидкостная экстракция. Экстракция в системе жидкость-жидкость. Фазовое равновесие. Кинетика экстракции. Экстракция через плоскую и сферическую границу раздела. Продольное и поперечное перемешивание. Влияние температуры и гидродинамических условий на процесс экстракции. Методы экстракции. Одно-ступенчатая и многоступенчатая экстракция. Конструкции экстракторов для проведения биотехнологических процессов. Ступенчатые, гравитационные и центробежные. Экстракция в системе твердое – жидкость. Равновесие и скорость растворения. Способы растворения.</p> <p>Мембранные процессы. Виды мембран. Механизм переноса вещества через непористые и пористые мембраны. Мембранные процессы разделения. Диализ. Электродиализ.</p>
--	--	---

		<p>Осмос. Ультрафильтрация. Аппараты для проведения мембранных процессов.</p> <p>Перегонка и ректификации. Простая перегонка. Периодическая и непрерывная ректификация. Правило Трутона. Материальный баланс колонны. Флегмовое число. Графический способ определения числа теоретических тарелок ректификационной колонны.</p>
--	--	---

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	проектная деятельность	Технология проектного образования	ОПК-4 - Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	Д-1 - Проявлять самостоятельность и творчество при решении поставленной задачи

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Процессы и аппараты биотехнологических производств

#### Электронные ресурсы (издания)

- Ивакина, М. А.; Определение коэффициента массоотдачи в газовой фазе при абсорбции : Метод. указ. к лаб. работе N 3 по 2-й части курса "Процессы и аппараты химической технологии" для студентов очного и заочного обучения хим.-технол. спец.; УПИ, Свердловск; 1984; <http://library.ustu.ru/dspace/handle/123456789/695> (Электронное издание)
- Романков, П. Г.; Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) : учебное пособие для вузов.; ХИМИЗДАТ, Санкт-Петербург; 2020; <http://www.iprbookshop.ru/97815.html> (Электронное издание)
- Кошкина, Л. Ю.; Инжиниринг биотехнологических процессов и систем : учебное пособие.; Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/100533.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

- Дытнерский, Ю. И.; Процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов : в 2 кн. Ч. 1.

Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты; Химия, Москва; 1995 (24 экз.)

2. , Кутепов, А. М.; Процессы и аппараты химической технологии. Явления переноса, макрокинетика, подобие, моделирование, проектирование : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по хим.-технол. направлениям и специальностям : в 5 т. Т. 2. Механические и гидромеханические процессы; Логос, Москва; 2002 (10 экз.)

3. Павлов, К. Ф., Романков, П. Г., Носков, А. А.; Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учеб. пособие для вузов.; Альянс, Москва; 2005 (100 экз.)

4. Романков, П. Г.; Сушка во взвешенном состоянии; Химия, Москва; 1979 (16 экз.)

5. Павлов, К.Ф., Романков, П. Г.; Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие для студентов химико-технологических специальностей вузов.; Альянс, Москва; 2013 (60 экз.)

6. Циборовский, Я., Романков, П. Г.; Основы процессов химической технологии; Химия, Ленинград; 1967 (21 экз.)

7. Романков, П. Г.; Массообменные процессы химической технологии. Системы с дисперсной твердой фазой; Химия, Ленинград; 1990 (5 экз.)

8. , Романков, П. Г.; Руководство к практическим занятиям в лаборатории процессов и аппаратов химической технологии : [учебное пособие для химико-технологических специальностей вузов].; Химия, Ленинградское отделение, Ленинград; 1990 (20 экз.)

9. 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.)

10. Касаткин, А. Г.; Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов.; Альянс, Москва; 2005 (64 экз.)

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

- Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ [www.study.urfu.ru](http://www.study.urfu.ru)
- Электронные ресурсы зональной библиотеки УрФУ <http://lib.urfu.ru>
- Российская электронная научная библиотека: <http://www.elibrary.ru>
- Поисковая система публикаций научных изданий: <http://www.sciencedirect.com>

### **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://yandex.ru>, <http://google.ru>, <http://rambler.ru> – поисковые системы в Интернет;
- <http://www.chemport.ru/data>, <http://www.xumuk.ru> - электронные справочники по химии;
- <http://rushim.ru/books/electrochemistry/electrochemistry.htm> - электронная библиотека

- Электронная справочно-информационная система «Химический ускоритель». Иркутский государственный университет. Режим доступа: <http://www.chem.isu.ru/leos/>
- Российское образование: федеральный портал образовательных интернет-ресурсов: физическая химия. Режим доступа: [http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web\\_Links&file=index&l\\_op=viewlink&cid=2519](http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=2519)

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Процессы и аппараты биотехнологических производств

#### 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 Подключение к сети Интернет Google Chrome	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет Google Chrome	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome
3	Лабораторные занятия	Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome

		Google Chrome	
4	Курсовая работа/ курсовой проект	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Подключение к сети Интернет  Google Chrome	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Google Chrome
5	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Подключение к сети Интернет  Google Chrome	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Google Chrome
6	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Подключение к сети Интернет  Google Chrome	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Google Chrome
7	Самостоятельная работа студентов	Персональные компьютеры по количеству обучающихся  Подключение к сети Интернет  Google Chrome	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Google Chrome