

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Химии и биотехнологии имени В.В. Тутуриной (135)»

**УТВЕРЖДЕНА:**  
на заседании кафедры  
Протокол №16 от 12 мая 25 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ АППАРАТОВ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОИЗВОДСТВ»**

---

Направление: 19.04.02 Продукты питания из растительного сырья

---

Биотехнология биологически активных веществ

---

Квалификация: Магистр

---

Форма обучения: очная

---

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Привалова Елена Андреевна Дата подписания: 16.05.2025
---

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил и согласовал: Евстафьев Сергей Николаевич Дата подписания: 02.06.2025
---

Год набора – 2025

Иркутск, 25 г.

# 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Основы конструирования аппаратов биотехнологических производств» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-4 Способность к модернизации биотехнологического производства	ПК-4.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-4.1	Демонстрирует способность к подбору технологического оборудования для производства БАВ в соответствии с новыми технологиями	<b>Знать</b> основные виды материалов, применяемых для изготовления оборудования биотехнологических производств; требования и критерии выбора материалов для изготовления оборудования биотехнологических производств. <b>Уметь</b> применять математические методы для осуществления конструктивного и прочностного расчета основных узлов ёмкостной аппаратуры, применяемой в биотехнологических производствах. <b>Владеть</b> методами конструктивного и прочностного расчета основных частей и узлов емкостного оборудования, используемого в биотехнологических производствах.

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Основы конструирования аппаратов биотехнологических производств» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Биотехнология БАВ», «Инновации в технологиях БАВ», «Биоинженерия»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: технологическая практика»

## 3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины	111	111
Аудиторные занятия, в том числе:	45	45

лекции	15	15
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	30	30
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	30	30
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен, Курсовая работа	Экзамен, Курсовая работа

#### 4 Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

###### Семестр № 2

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Основные конструкционные материалы, применяемые в биотехнологическом машиностроении	1	4			1, 2, 3	6	3, 4	6	Тест
2	Основные принципы конструирования емкостной аппаратуры	2	2							Устный опрос
3	Типовые конструкционные элементы емкостной аппаратуры	3	2					4	2	Устный опрос
4	Методы конструктивного и прочностного расчета элементов и узлов емкостной аппаратуры	4	5			4, 5, 6, 7, 8, 10, 11	20	2, 3	6	Контрольная работа
5	Содержание и разработка конструкторской документации	5	2			12	4	1	16	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен, Курсовая работа
	Всего		15				30		66	

##### 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

## Семестр № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Основные конструкционные материалы, применяемые в биотехнологическом машиностроении	Требования к конструкционным материалам, применяемым в биотехнологическом машиностроении. Виды конструкционных материалов, применяемых при изготовлении аппаратов биотехнологических производств, их характеристика и маркировка.
2	Основные принципы конструирования емкостной аппаратуры	Виды разъемных и неразъемных соединений, применяющихся при изготовлении емкостной аппаратуры. Основные принципы выполнения и размещения неразъемных соединений на корпусах аппаратов. Технологичность конструкции емкостного аппарата. Взаимозаменяемость узлов и деталей. Унификация узлов аппарата.
3	Типовые конструкционные элементы емкостной аппаратуры	Комплектация емкостного аппарата. Основные узлы емкостной аппаратуры. Обечайки. Днища. Крышки.
4	Методы конструктивного и прочностного расчета элементов и узлов емкостной аппаратуры	Прочностные и конструктивные расчеты, подтверждающие возможность эксплуатации аппарата в заданных условиях.
5	Содержание и разработка конструкторской документации	Виды и комплектность конструкторских документов. Графические конструкторские документы. Текстовые конструкторские документы. Пояснительная записка к проекту. Содержание и требования к оформлению.

### 4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

### 4.4 Перечень практических занятий

## Семестр № 2

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Металлические конструкционные материалы	2
2	Неметаллические конструкционные материалы	2
3	Покрытия в биотехнологических аппаратах	2
4	Определение основных расчетных параметров и физико-химических величин	4
5	Расчет на прочность цилиндрических обечайек, работающих в различных условиях	6
6	Расчет на прочность днищ и крышек	2
7	Расчет и выбор фланцевых соединений	2
8	Расчет и выбор перемешивающих устройств	2
10	Расчет и конструирование сальникового	2

	уплотнения	
11	Расчет опор аппаратов	2
12	Конструирование ферментера	4

#### 4.5 Самостоятельная работа

##### Семестр № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	16
2	Подготовка к контрольным работам	4
3	Подготовка к практическим занятиям	6
4	Проработка разделов теоретического материала	4

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Решение творческих заданий.

#### 5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

##### 5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

###### 5.1.1 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:

Электронный курс Основы конструирования аппаратов биотехнологических производств. Э URL: <https://el.istu.edu/course/view.php?id=7683>

Технология спирта и ликероводочных изделий. Методические указания по выполнению курсового проекта для студентов направления «Продукты питания из растительного сырья». Составитель Е.А. Привалова. Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2013.– 38 с.

###### 5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Конструирование аппаратов пищевых производств. Расчетный практикум: Методические указания для практических занятий студентов направления 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья». Составитель: Привалова Е.А. Иркутск: ИРНИТУ, 2018.- 41 с.

###### 5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Конструирование аппаратов пищевых производств. Методические указания по самостоятельной работе студентов направления 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья». Составитель: Привалова Е.А. Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2018.– 12 с.

#### 6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

##### 6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

###### 6.1.1 семестр 2 | Контрольная работа

###### Описание процедуры.

Контрольная работа заключается в решении задач по теме. Билет содержит две задачи на выполнение прочностных расчетов отдельных элементов емкостного оборудования.

### **Критерии оценивания.**

Отлично: предложенные задачи решены полностью, получены верные ответы, решение оформлено логично и грамотно.

Хорошо: не полностью решена одна из предложенных задач, решение оформлено в основном логично и грамотно.

Удовлетворительно: не решена одна из предложенных задач или не до конца решены обе из предложенных задач, решение оформлено некорректно или нелогично.

Неудовлетворительно: предложенные задачи не решены либо решены неверно.

### **6.1.2 семестр 2 | Устный опрос**

#### **Описание процедуры.**

Опрос проводится в виде собеседования по контрольным вопросам.

#### **Критерии оценивания.**

Зачтено: получены удовлетворительные ответы на вопросы по теме.

Не зачтено: получены неудовлетворительные ответы на вопросы по теме.

### **6.1.3 семестр 2 | Тест**

#### **Описание процедуры.**

Тестовое задание содержит 10-12 вопросов. Обучающийся должен выбрать правильный ответ из предложенных 4-5 вариантов ответа.

#### **Критерии оценивания.**

Отлично: 90-100% правильных ответов.

Хорошо: 70-89% правильных ответов.

Удовлетворительно: 60-69% правильных ответов.

Неудовлетворительно: менее 60% правильных ответов.

## **6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

### **6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации**

<b>Индикатор достижения компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации</b>
ПК-4.1	Демонстрирует способность к подбору технологического оборудования для производства БАВ в соответствии с новыми технологиями.	Устный опрос или тестирование.

### **6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации**

### 6.2.2.1 Семестр 2, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

#### 6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проводится в виде устного собеседования по билетам. Билет, как правило, включает один теоретический вопрос и одно практическое задание на конструирование аппарата для проведения биотехнологического процесса. Обучающемуся может быть задано также любое количество дополнительных вопросов, как уточняющего характера, так и из разделов и тем, не вошедших в состав билета.

#### Пример задания:

1. Основные неразъемные соединения, применяемые при изготовлении аппаратов биотехнологических производств.
2. Типовые узлы емкостной аппаратуры и их применение в аппаратах различного назначения.
3. Провести прочностные расчеты основных узлов дрожжегенератора периодического действия полезным объемом 2500 л. Коэффициент заполнения аппарата принять 0,85. Дрожжи выращиваются на меласном сусле концентрацией 20% при температуре 28°C в течение 24 ч. Аппарат имеет вертикальное исполнение, эллиптическое днище и крышку. Материал аппарата выбрать самостоятельно. Другие параметры, необходимые для расчета, определить по справочной и технологической литературе.

#### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Хорошо знает основные виды конструкционных материалов, применяемые для изготовления биотехнологического оборудования, их достоинства и недостатки, устройство и принцип функционирования основных узлов емкостной аппаратуры Имеет четкое представление о принципах выбора конструкционного материала для изготовления биотехнологическ	Достаточно хорошо знает основные виды конструкционных материалов, применяемые для изготовления биотехнологического оборудования, их достоинства и недостатки, устройство и принцип функционирования основных узлов емкостной аппаратуры Имеет достаточно четкое представление о принципах выбора конструкционного материала для изготовления	Фрагментарно представляет основные виды конструкционных материалов, применяемые для изготовления биотехнологического оборудования, их достоинства и недостатки, устройство и принцип функционирования основных узлов емкостной аппаратуры Имеет поверхностное представление о принципах выбора конструкционного материала для изготовления	Практически не представляет основные виды конструкционных материалов, применяемые для изготовления биотехнологического оборудования, их достоинства и недостатки, устройство и принцип функционирования основных узлов емкостной аппаратуры Практически не имеет представления о принципах выбора конструкционного материала для изготовления биотехнологического оборудования;

ого оборудования; основных принципах его конструирования. Свободно владеет алгоритмами и методами конструктивного и прочностного расчета емкостного оборудования.	биотехнологическ ого оборудования; основных принципах его конструирования. Практически свободно владеет алгоритмами и методами конструктивного и прочностного расчета емкостного оборудования.	биотехнологическог о оборудования; основных принципах его конструирования. Фрагментарно владеет алгоритмами и методами конструктивного и прочностного расчета емкостного оборудования.	основных принципах его конструирования.. неспособен самостоятельно Практически не владеет алгоритмами и методами конструктивного и прочностного расчета емкостного оборудования.
--	---	--	--

### 6.2.2.2 Семестр 2, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

#### 6.2.2.2.1 Описание процедуры

Курсовая работа заключается в выполнении конструктивных и прочностных расчетов, необходимых для конструирования аппарата биотехнологического производства.

Пример задания:

Сконструировать дрожжегенератор для спиртового производства номинальной вместимостью 50 м<sup>3</sup>.

#### 6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
Технологически грамотно описан биотехнологический процесс и указаны адекватные нормы технологического режима; исчерпывающе описаны состав питательной среды и процессы, происходящие в проектируемом аппарате; пояснительная записка к работе содержит все	Технологически грамотно описан биотехнологический процесс и указаны адекватные нормы технологического режима; достаточно полно описаны состав питательной среды и процессы, происходящие в проектируемом аппарате; пояснительная записка к работе содержит все	Биотехнологический процесс описан с существенными ошибками, нормы технологического режима указаны не везде корректно; недостаточно полно описаны процессы, происходящие в проектируемом аппарате; пояснительная записка к работе содержит все необходимые разделы, оформлена с незначительными	Биотехнологический процесс описан с грубыми ошибками, нормы технологического режима указаны некорректно; неполно описаны процессы, происходящие в проектируемом аппарате; пояснительная записка к работе не содержит всех необходимых разделов и (или) оформлена с грубыми нарушениями требований; при

необходимые разделы, оформлена грамотно и в соответствии с требованиями; при защите получены полные, связные и грамотные ответы на заданные вопросы.	необходимые разделы, оформлена в основном грамотно и в соответствии с требованиями; при защите получены достаточно полные, и грамотные ответы на заданные вопросы.	нарушениями требований; при защите получены неуверенные, неполные ответы на заданные вопросы.	защите получены неуверенные, неполные ответы на заданные вопросы.
--	--	---	---

## 7 Основная учебная литература

1. Технологические машины и оборудование биотехнологий : учебник для вузов по специальности 260602 "Пищевая инженерия малых предприятий" и направлениям подготовки 260100 "Продукты питания из растительного сырья", 260200 "Продукты питания животного происхождения" и 151000 "Технологические машины и оборудование" уровня бакалавриата и уровня магистратуры / Г. В. Алексеев, В. Т. Антуфьев, Ю. И. Корниенко [и др.], 2015. - 606.
2. Проектирование, конструирование и расчет техники пищевых технологий : учебник для вузов по специальностям 260601 - "Машины и аппараты пищевых производств", 260602 - "Пищевая инженерия малых предприятий" направления подготовки дипломированного специалиста 260600 - "Пищевая инженерия" , по направлению 151000 - "Технологические машины и оборудование" / С. Т. Антипов [и др.], 2013. - 910.

## 8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Лацинский А. А. Конструирование сварных химических аппаратов : справочник / А. А. Лацинский; под ред. А. Р. Толчинского, 1981. - 382.
2. Лацинский А. А. Конструирование сварных химических аппаратов : справочник / А. А. Лацинский, 2013. - 381.
3. Привалова Е. А. Технологическое оборудование пищевых производств. Инженерный расчет оборудования бродильных производств : практикум / Е. А. Привалова, 2016. - 213.
4. Привалова Е. А. Технологическое оборудование пищевых производств. Оборудование бродильных производств : электронный курс / Е. А. Привалова, 2022

## 9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

## 10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

#### **11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем**

1. Microsoft Office 2007 Standard - 2003 Suites и 2007 Suites - поставка 2010

#### **12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**