

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 №1 от 07 сентября 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

«ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ АППАРАТОВ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОИЗВОДСТВ»

Направление: 19.04.01 Биотехнология (для лицензирования)

Технология биологически активных веществ (для лицензирования)

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Привалова Елена Андреевна Дата подписания: 17.09.2026

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил и согласовал: Евстафьев Сергей Николаевич Дата подписания: 17.09.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 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
ОПК-2 Способен использовать специализированное программное обеспечение, базы данных, адаптировать известные программные продукты, элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.2
ОПК-5 Способен планировать и проводить комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования по разработанной программе, критически анализировать, обобщать и интерпретировать полученные экспериментальные данные	ОПК-5.3

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК-2.2	Демонстрирует способность к использованию специализированного программного обеспечения и профильных баз данных при конструировании аппаратов биотехнологических производств	Знать требования и критерии выбора материалов, применяемых для изготовления биотехнологического оборудования, отечественные и зарубежные базы данных конструкционных материалов, биотехнологических процессов с использованием биореакторов, промышленного оборудования для проведения биотехнологических процессов. Уметь применять математические методы для осуществления инженерного, конструктивного и прочностного расчета основных узлов биотехнологической аппаратуры, использовать специализированное программное обеспечение для проведения расчетных мероприятий и создания конструкторских документов. Владеть методами определения расчетных характеристик, используемых в алгоритмах инженерного, конструктивного и прочностного расчета емкостного оборудования; методами поиска и

		верификации технической и технологической информации, необходимой для осуществления инженерных и конструктивных расчетов; специализированным программным обеспечением, применяемым при осуществлении инженерных расчетов и создании конструкторской документации.
ОПК-5.3	Демонстрирует способность к планированию и проведению комплексных расчетно-теоретических мероприятий, к критическому анализу, обобщению и интерпретации полученных данных при конструировании промышленных аппаратов	Знать задачи и порядок инженерного и конструктивного расчета биотехнологических аппаратов; ограничения и допущения используемых алгоритмов расчета; нормативную и справочную документацию, обеспечивающую теоретическую базу расчетно-теоретических мероприятий в области конструирования биотехнологического оборудования. Уметь разрабатывать программу расчетно-аналитических мероприятий при конструировании биотехнологической аппаратуры; верифицировать, обобщать и интерпретировать данные, полученные в ходе инженерных и конструктивных расчетов биотехнологического оборудования. Владеть навыками поиска необходимой нормативно-справочной информации и критического анализа и оценки достоверности полученных результатов.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Основы конструирования аппаратов биотехнологических производств» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Инновации в технологиях БАВ», «Химический синтез БАВ», «Разработка технологической документации»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Технология готовых форм БАВ», «Биотехнология БАВ», «Технология получения БАВ из природных источников»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45
--------------------	--

	минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	39	39
лекции	13	13
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	26	26
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	33	33
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 № 3

№ 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 биотехнологическ ом машиностроении	1	2			1, 2	6	3	6	Тест
2	Основные принципы конструирования биотехнологическ их аппаратов	2	2							
3	Типовые конструкционные элементы биотехнологическ их аппаратов	3	2							Устный опрос
4	Методы инженерного, конструктивного и прочностного расчета элементов и узлов биотехнологическ их аппаратов. Критический анализ и интерпретация полученных результатов	4	5			4, 5, 7, 8, 10	16	1, 2	23	Контрольн ая работа
5	Содержание и	5	2			11	4	4	4	Устный

	разработка конструкторской документации									опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен, Курсовая работа
	Всего		13				26		69	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 3

№	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. Специализированные базы данных, содержащие информацию о конструкционных материалах и их свойствах (марочники стали и сплавов, Центральный металлический портал, Энциклопедия металлов, Энциклопедия стали и сплавов и др.).
2	Основные принципы конструирования биотехнологических аппаратов	Требования к разъемным и неразъемным соединениям, применяющимся при изготовлении биотехнологической аппаратуры. Основные принципы выполнения и размещения неразъемных соединений на корпусах аппаратов. Технологичность конструкции биореактора. Взаимозаменяемость узлов и деталей. Унификация узлов аппарата.
3	Типовые конструкционные элементы биотехнологических аппаратов	Комплектация биотехнологического аппарата. Основные узлы биореакторов и емкостной аппаратуры. Унификация и стандартизация узлов. Нормативная документация. Специализированные базы данных, содержащие информацию о биотехнологических процессах и аппаратах для их осуществления (Химический портал ChemPort.ru, БД "Биореакторы", БД "Bioferment", и др.). Электронные каталоги биотехнологического оборудования и комплектующих.
4	Методы инженерного, конструктивного и прочностного расчета элементов и узлов биотехнологических аппаратов. Критический анализ и интерпретация полученных результатов	Методы инженерного, конструктивного и прочностного расчета биореакторов различной комплектации. Основные виды специализированного программного обеспечения для проведения инженерных и конструктивных расчетов и проектирования биотехнологического оборудования (PTC MathCAD, NanoCAD NanoSoft, КОМПАС 3D, "Логос"). Верификация результатов расчета и конструирования.

5	Содержание и разработка конструкторской документации	Виды и комплектность расчетных, текстовых и графических конструкторских документов. Содержание и требования к оформлению. Нормативная документация, регламентирующая содержание и порядок оформления документов.
---	--	--

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 3

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Металлические конструкционные материалы. Использование баз данных (марочники стали и сплавов, Центральный металлический портал, Энциклопедия металлов, Энциклопедия стали и сплавов и др.) для выбора и определения расчетных характеристик конструкционных материалов.	4
2	Неметаллические конструкционные и изоляционные материалы и покрытия. Использование баз данных ("Polyinfo", "Plastinfo" и др.) для определения характеристик неметаллических конструкционных материалов.	2
4	Определение основных расчетных параметров и физико-химических величин. Применение электронных баз данных для определения расчетных параметров.	2
5	Расчет на прочность цилиндрических обечаек, днищ и крышек, работающих в различных условиях, с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel, PTC MathCAD.	6
7	Расчет и выбор фланцевых соединений. Использование нормативной документации для выбора унифицированных соединений.	2
8	Расчет и выбор перемешивающих устройств и уплотнений вращающихся валов с использованием электронных каталогов, интерактивных таблиц, инженерных онлайн калькуляторов и программного обеспечения PTC MathCAD.	4
10	Расчет опор аппаратов различной конструкции. Выбор унифицированных опор и проверка прочности и устойчивости.	2
11	Конструирование биореактора для проведения конкретного биотехнологического процесса.	4

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	19
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:

Основы конструирования аппаратов биотехнологических производств. Методические указания по выполнению курсовой работы для студентов направления 19.04.01 «Биотехнология», обучающихся по программе магистратуры «Технология биологически активных веществ». Составитель: Е.А. Привалова. Иркутск: ИРНИТУ, 2026.- 13 с. Электронный вариант.

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, 2018.– 236 с.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Конструирование аппаратов биотехнологических производств. Расчетный практикум: Методические указания для практических занятий студентов направления 19.04.01 «Биотехнология», обучающихся по программе магистратуры "Технология биологически активных веществ". Составитель: Привалова Е.А. Иркутск: ИРНИТУ, 2026.- 114 с. Электронный вариант.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Конструирование аппаратов пищевых производств. Методические указания по самостоятельной работе для студентов направления 19.04.01 «Биотехнология», обучающихся по программе магистратуры "Технология биологически активных веществ". Составитель: Привалова Е.А. Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2026.– 13 с. Электронный вариант.

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 3 | 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

6.1.2 семестр 3 | Устный опрос

Описание процедуры.

Опрос проводится в виде собеседования по контрольным вопросам.

Критерии оценивания.

Зачтено: получены удовлетворительные ответы на вопросы.

Не зачтено: получены неудовлетворительные ответы на вопросы по теме.

6.1.3 семестр 3 | Контрольная работа

Описание процедуры.

Контрольная работа заключается в решении задач по теме с использованием специализированного программного обеспечения и баз данных. Билет содержит две задачи на выполнение конструктивных и прочностных расчетов отдельных элементов биотехнологического 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.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ОПК-2.2	Демонстрирует способность к использованию специализированного	Устный опрос или тестирование.

	программного обеспечения и профильных баз данных при конструировании аппаратов биотехнологических производств.	
ОПК-5.3	Демонстрирует способность к планированию и проведению комплексных расчетно-теоретических мероприятий, к критическому анализу, обобщению и интерпретации полученных данных при конструировании промышленных аппаратов.	Устный опрос или тестирование.

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 3, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

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

Пример задания:

Сконструировать дрожжегенератор для спиртового производства номинальной вместимостью 50 мЗ.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Технологически грамотно описан биотехнологический процесс и использованы адекватные нормы технологического режима; исчерпывающе описаны факторы, влияющие на алгоритмы расчета; адекватно выбраны комплектация аппарата и конструкционный	Технологически достаточно грамотно описан биотехнологический процесс и использованы адекватные нормы технологического режима; достаточно полно описаны факторы, влияющие на алгоритмы расчета; в основном адекватно выбраны	Биотехнологический процесс описан с существенными ошибками, не везде корректно использованы нормы технологического режима; недостаточно полно описаны факторы, влияющие на алгоритмы расчета; выбраны неподходящая комплектация или конструкционный	Биотехнологический процесс описан с грубыми ошибками, нормы технологического режима использованы некорректно; неполно описаны факторы, влияющие на алгоритмы расчета; выбраны неподходящая комплектация или конструкционный материал или неверно определены его расчетные параметры;

материал и определены его расчетные параметры; использованы надлежащие алгоритмы инженерного, конструктивного и прочностного расчета; применены возможности специализированного программного обеспечения для проведения расчетно-теоретических мероприятий; получены адекватные результаты расчетов, подтверждающие возможность эксплуатации биореактора в заданных условиях. Пояснительная записка к работе содержит все необходимые разделы, оформлена грамотно и в соответствии с требованиями; при защите получены полные, связные и грамотные ответы на заданные вопросы.	комплектация аппарата и конструкционный материал и определены его расчетные параметры; в основном использованы надлежащие алгоритмы инженерного, конструктивного и прочностного расчета; применены возможности специализированного программного обеспечения для проведения расчетно-теоретических мероприятий; получены допустимые результаты расчетов, в целом подтверждающие возможность эксплуатации биореактора в заданных условиях. Пояснительная записка к работе содержит все необходимые разделы, оформлена в основном грамотно и в соответствии с требованиями; при защите получены достаточно полные и грамотные ответы на заданные вопросы.	материал или неверно определены его расчетные параметры; использованы надлежащие алгоритмы инженерного, конструктивного и прочностного расчета, но расчет проведен не полностью; частично использованы возможности специализированного программного обеспечения для проведения расчетно-теоретических мероприятий; получены сомнительные результаты расчетов. Пояснительная записка к работе содержит все необходимые разделы, оформлена с незначительными нарушениями требований; при защите получены неуверенные, неполные ответы на заданные вопросы.	использованные алгоритмы инженерного, конструктивного и прочностного расчета содержат грубые ошибки, либо расчет проведен не полностью; практически не использованы возможности специализированного программного обеспечения для проведения расчетно-теоретических мероприятий; получены сомнительные результаты расчетов. Пояснительная записка к работе не содержит всех необходимых разделов и (или) оформлена с грубыми нарушениями требований; при защите получены неуверенные, неполные ответы на заданные вопросы.
---	---	---	--

6.2.2.2 Семестр 3, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Экзамен проводится в виде устного собеседования по билетам. Билет, как правило, включает два теоретических вопроса 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 биореактора и их применение в аппаратах различного назначения.
3. Провести прочностные расчеты основных узлов дрожжегенератора периодического действия с использованием PTC MathCAD. Полезный объем генератора 2500 л, коэффициент заполнения 0,85. Дрожжи выращиваются на мелассном сусле концентрацией 20% при температуре 28°C в течение 24 ч. Аппарат имеет вертикальное исполнение, эллиптическое днище и крышку. Материал аппарата выбрать самостоятельно, используя соответствующие базы данных. Другие параметры, необходимые для расчета, определить по справочной и технологической литературе.

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
Имеет четкое представление о принципах выбора конструкционного материала для изготовления биотехнологического оборудования, умеет использовать справочные данные и электронные базы данных для определения свойств и расчетных параметров конструкционных материалов; хорошо понимает основные принципы	Имеет достаточное представление о принципах выбора конструкционного материала для изготовления биотехнологического оборудования, в основном умеет использовать справочные данные и электронные базы данных для определения свойств и расчетных параметров конструкционных материалов; хорошо понимает основные	Имеет фрагментарное представление о принципах выбора конструкционного материала для изготовления биотехнологического оборудования, не умеет использовать справочные данные и электронные базы данных для определения свойств и расчетных параметров конструкционных материалов; нечетко понимает основные принципы конструирования биореакторов. Плохо владеет	Практически не имеет представления о принципах выбора конструкционного материала для изготовления биотехнологического оборудования, не умеет использовать справочные данные и электронные базы данных для определения свойств и расчетных параметров конструкционных материалов; не представляет основные принципы конструирования биореакторов. Практически не владеет алгоритмами и

конструирования биореакторов. Свободно владеет алгоритмами и методами инженерного, конструктивного и прочностного расчета биотехнологического оборудования, умеет использовать прикладные программы для осуществления расчетных и проектных мероприятий.	принципы конструирования биореакторов. В достаточной мере владеет алгоритмами и методами инженерного, конструктивного и прочностного расчета биотехнологического оборудования, умеет использовать прикладные программы для осуществления расчетных и проектных мероприятий.	алгоритмами и методами инженерного, конструктивного и прочностного расчета биотехнологического оборудования, не умеет использовать прикладные программы для осуществления расчетных и проектных мероприятий.	методами инженерного, конструктивного и прочностного расчета биотехнологического оборудования, не умеет использовать прикладные программы для осуществления расчетных и проектных мероприятий.
---	--	---	---

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. Лашинский А. А. Конструирование сварных химических аппаратов : справочник / А. А. Лашинский, 2013. - 381.
2. Привалова Е. А. Технологическое оборудование пищевых производств. Инженерный расчет оборудования бродильных производств : практикум / Е. А. Привалова, 2016. - 213.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-39669.pdf>

9 Ресурсы сети Интернет

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

3. Электронная система нормативно-технической документации "Техэксперт"

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>
3. <https://metallichekiy-portal.ru/>
4. <https://1-metall.ru/encyclopedia/>
5. <https://www.chemport.ru/>

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

1. Microsoft Office Professional Plus 2013
2. Microsoft Office Standard 2010_RUS_ поставка 2010 от ООО "Азон"
3. NanoCAD + NanoCAD СПДС 21
4. Компас 3D V23
5. Компас 3D V20 CAD FEM расчеты
6. PTC MathCAD15
7. Свободно распространяемое программное обеспечение Drweb

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.
2. Учебная аудитория для проведения практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - компьютерный класс: 15 посадочных мест, 16 ПК. Все компьютеры объединены в локальную сеть, подключенную к сети ИРНИТУ с выходом в INTERNET. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, комплект мебели, доска маркерная. Лицензионное программное обеспечение.
3. Помещение для самостоятельной работы.