

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 25 » мая 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Основы проектирования и оборудование предприятий  
биотехнологической промышленности  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 180 (5)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 19.04.01 Биотехнология  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Ресурсо- и энергосберегающие экобиотехнологии  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Приобретение комплекса знаний по основам устройства, расчёта и проектирования обо-рудования предприятий биотехнологического профиля.

В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

- Способностью на практике использовать умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ и в управлении коллективом
- Способность к профессиональной эксплуатации современного биотехнологического оборудования и научных приборов.
- Способность использовать типовые и разрабатывать новые методы инженерных расчетов технологических параметров и оборудования биотехнологических производств.
- Готовность к проведению опытно-промышленной отработки технологии и масштабированию процессов.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-2	ИД-1ОПК-2	Знает методы математического моделирования биотехнологических процессов;	Знает основы современных информационно-коммуникационных технологий, научные приборы и оборудование, используемые при научных исследованиях и разработках в области биотехнологии, методы автоматизации при проведении экспериментов и обработке экспериментальных данных, методы математического моделирования биотехнологических процессов;	Курсовой проект

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-2	ИД-2ОПК-2	Умеет применять современные информационно-технологии, специализированные программы	Умеет применять современные информационно-коммуникационные технологии, специализированные программы, новейшие методы и технику исследований в области биотехнологий;	Курсовой проект
ОПК-2	ИД-3ОПК-2	Владеет навыками использования современных информационно-коммуникационных технологий, новейших методов и техники исследований	Владеет навыками использования современных информационно-коммуникационных технологий, новейших методов и техники исследований в рамках профильной деятельности в области биотехнологии.	Курсовой проект
ОПК-5	ИД-1ОПК-5	Знает принципы обоснования, планирования и разработки инновационных биотехнологий	Знает принципы обоснования, планирования и разработки инновационных биотехнологий, методы оценки экономической эффективности технологических процессов в области биотехнологии	Экзамен
ОПК-5	ИД-2ОПК-5	Умеет использовать методы математического моделирования и возможности современной компьютерной техники при разработке инновационных биотехнологий	Умеет использовать методы математического моделирования и возможности современной компьютерной техники при разработке инновационных биотехнологий, проводить разработку новых технологий с учетом их технико-экономического обоснования	Курсовой проект
ОПК-5	ИД-3ОПК-5	Владеет навыками применения инновационных решений при совершенствовании существующих и разработке новых биотехнологий с учетом экономических, социальных и	Владеет навыками применения инновационных решений при совершенствовании существующих и разработке новых биотехнологий с учетом экономических, социальных и	Курсовой проект

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		экологических ограничений	экологических ограничений	
ОПК-6	ИД-1ОПК-5	Знает основы экономики и управления производством	Знает основы экономики и управления производством, нормативно-правовые акты, регламентирующие биотехнологическое производство, имеет представление о документообороте организации; особенности патентования объектов биотехнологии	Экзамен
ОПК-6	ИД-2ОПК-6	Умеет составлять описания проводимых исследований, собирать и обрабатывать данные для составления отчетов, обзоров, технической документации, разрабатывать технологические регламенты и аппаратурно-технологические схемы биотехнологического производства	Умеет составлять описания проводимых исследований, собирать и обрабатывать данные для составления отчетов, обзоров, технической документации, разрабатывать технологические регламенты и аппаратурно-технологические схемы биотехнологического производства, принимать участие в установлении требований к документообороту организации, проводить патентные исследования применительно к объектам биотехнологии;	Курсовой проект
ОПК-6	ИД-3ОПК-6	Владеет навыками разработки технологической документации	Владеет навыками разработки технологической документации и правовых документов для защиты объектов интеллектуальной собственности в области биотехнологии.	Курсовой проект
УК-2	ИД-1УК-2.	Знает методы представления и описания результатов проектной деятельности; методы, критерии и параметры оценки результатов выполнения проекта; принципы, методы и требования,	Знает методы представления и описания результатов проектной деятельности; методы, критерии и параметры оценки результатов выполнения проекта; принципы, методы и требования,	Курсовой проект

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		предъявляемые к проектной работе.	предъявляемые к проектной работе.	
УК-2	ИД-2УК-2.	Умеет обосновывать практическую и теоретическую значимость полученных результатов; проверять и анализировать проектную документацию	Умеет обосновывать практическую и теоретическую значимость полученных результатов; проверять и анализировать проектную документацию; прогнозировать развитие процессов в проектной профессиональной области; выдвигать инновационные идеи и нестандартные подходы к их реализации в целях реализации проекта; рассчитывать качественные и количественные результаты, сроки выполнения проектной работы	Курсовой проект
УК-2	ИД-3УК-2	Владеет навыками управления проектами в области, соответствующей профессиональной деятельности, в том числе: навыками распределения заданий и побуждения других к достижению целей; навыками управления разработкой технического задания проекта, управления реализацией профильной проектной работы; управления процессом обсуждения и доработки проекта; навыками разработки программы реализации проекта в профессиональной области; навыками организации проведения профессионального обсуждения проекта, участия в ведении проектной документации; навыками проектирования план-	Владеет навыками управления проектами в области, соответствующей профессиональной деятельности, в том числе: навыками распределения заданий и побуждения других к достижению целей; навыками управления разработкой технического задания проекта, управления реализацией профильной проектной работы; управления процессом обсуждения и доработки проекта; навыками разработки программы реализации проекта в профессиональной области; навыками организации проведения профессионального обсуждения проекта, участия в ведении проектной документации; навыками проектирования план-графика реализации проекта; определения требований к результатам	Курсовая работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		графика реализации проекта	реализации проекта, участия в научных дискуссиях и круглых столах	

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	32	32	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)	36	36	
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
3-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Общие вопросы проектирования и организации проектных работ	2	0	2	0
Основные понятия, термины и определения дисциплины «Основы проектирования и оборудование биотехнологической промышленности». Предмет и задачи дисциплины. Место дисциплины в структуре профессиональной подготовки выпускников по направлению 19.04.01 «Биотехнология» Модуль 1. Общие вопросы проектирования и организации проектных работ. Раздел 1. Общие вопросы проектирования и организации проектных работ. Тема 1. Основные юридические лица, участвующие в разработке проекта и их функции. Порядок организации связанных с проектированием работ. Этапы процесса проектирования и связь между ними. Содержание технического задания, проекта, паспорта на оборудование и технологического регламента. Виды сопроводительных документов.				
Расчёт технологических схем биотехнологических производств	8	0	15	45
Раздел 2. Расчёт технологических схем биотехнологических производств. Тема 2. Основы системного анализа. Виды технологических операторов, используемых для отображения технологических схем на ранних стадиях процесса проектирования. Тема 3. Методы расчёта материальных и энергетических балансов технологических схем. Раздел 3. Основы устройства и расчёта оборудования биотехнологических производств. Тема 4. Конструкционное устройство и принципы работы оборудования биотехнологических производств. Тема 5. Методы масштабирования биореакторов. Тема 6. Расчёт привода валов перемешивающих устройств биореакторов с мешалками. Тема 7. Расчёт воздухораспределительной системы аэротенков. Тема 8. Технологический расчёт аппаратов биоадсорбционной очистки с применением статистической обработки результатов исследования кинетики процесса. Тема 9. Оборудование для приёма, хранения, дозирования и транспортировки сырья.				
Методы расчёта оборудования на прочность	8	0	15	45
Раздел 4. Требования к проектированию оборудования, предъявляемые правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Л – 0,5 ч, ПЗ – 2 ч, СРС – 4 ч.</p> <p>Тема 10. Основные положения правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов и трубопроводов.</p> <p>Тема 11. Рабочие и расчётные параметры среды; условный диаметр и условное давление; давление испытаний.</p> <p>Раздел 5. Методики расчёта оборудования на прочность.</p> <p>Л – 3 ч, ПЗ – 6 ч, СРС – 13 ч.</p> <p>Тема 12. Методика расчёта на прочность обечаек и днищ, работающих под действием внутреннего давления.</p> <p>Тема 13. Методика расчёта на прочность обечаек, работающих под действием наружного давления.</p> <p>Тема 14. Методика расчёта укрепления отверстий.</p> <p>Тема 15. Методика расчёта на прочность обечаек и днищ от воздействия опорных нагрузок.</p> <p>Тема 16. Методики расчёта на прочность валов перемешивающих устройств.</p>				
ИТОГО по 3-му семестру	18	0	32	90
ИТОГО по дисциплине	18	0	32	90

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
2	Организация и этапы процесса проектирования. Юридические лица процесса проектирования. Содержание технического задания, проекта, паспорта на оборудование и технологического регламента. Виды сопроводительных к техническому заданию документов.
3	Системный анализ как метод исследования биотехнологических производств. Основные принципы системного анализа. Изображение технологических систем с помощью технологических операторов. Замкнутые и разомкнутые технологические схемы. Виды информационных переменных. Типы связей между элементами технологических систем. Основные свойства биотехнологических систем.
4	Расчёт материальных и энергетических балансов разомкнутых и замкнутых технологических схем. Интегральные и декомпозиционные, итерационные и безитерационные методы расчёта биотехнологических систем.
5	Конструкционное устройство и принципы работы оборудования биотехнологических производств. Виды перемешивающих устройств и способы подвода тепла в аппаратах с мешалками. Конструкции ферментёров, фильтров, теплообменников, газоочистителей, абсорбционных и ректификационных колонн.
6	Методы масштабирования биореакторов. Проблемы масштабирования биотехнологических процессов. Смысл масштабирования. Принцип размерности. Критерии масштабного перехода: величина удельной мощности; линейная скорость потока; окружная скорость мешалки; крутящий момента на единицу перемешивания объёма, время и кратность циркуляции и другие.



№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
7	Расчёт привода валов перемешивающих устройств биореакторов с мешалками. Выбор типа и расчёт потребляемой мощности мешалки. Подбор редуктора и электродвигателя
8	Расчёт воздухораспределительной системы аэротенков. Расчёт диаметра воздухораспределительных труб. Расчёт гидравлического сопротивления труб, подбор воздуходувки и электродвигателя
9	Технологический расчёт аппаратов биоадсорбционной очистки периодического принципа действия с использованием методов статистической обработки результатов эксперимента
10	Оборудование для приёма, хранения, перемешивания, дозировки и транспортировки сырья. Бункеры и силосы. Смесители сыпучих материалов. Виды дозаторов и питателей сыпучих материалов. Транспортировка материалов с помощью шнеков и транспортёров
11	Основы устройства и безопасной эксплуатации сосудов и трубопроводов. Нормативные документы по основам устройства и безопасной эксплуатации сосудов и трубопроводов. Группы и категории сосудов и трубопроводов. Правила выбора материала изготовления.
12	Выбор рабочих и расчётных параметров среды. Определение условного диаметра и давления. Определение допускаемого напряжения материала сосудов и аппаратов. Расчёт давления испытаний
13	Расчёт на прочность обечаек и днищ, работающих под действием внутреннего давления. Расчётная, проектная и отбраковочные толщины стенки
14	Расчёт на прочность обечаек, работающих под действием наружного давления. Отличия условий работы сосуда под внутренним и наружным давлением
15	Расчёт укрепления отверстий. Расчёт диаметра штуцеров. Расчёт диаметра отверстия не требующего укрепления. Способы укрепления отверстий
16	Расчёт на прочность обечаек и днищ от воздействия опорных нагрузок. Типы опор сосудов и аппаратов. Выбор методики расчёта на прочность обечаек и днищ в зависимости от типа опоры
17	Расчёт на прочность валов перемешивающих устройств. Расчёт на прочность вала от воздействия крутящего момента. Критические числа оборотов. Гибкие и жёсткие валы. Расчёт валов на вибропрочность

### Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Целью выполнения курсового проекта является закрепление теоретических знаний и освоение навыков проектирования промышленных предприятий, разработки и расчёта оборудованья. Проект содержит расчётную и графическую части. Расчётная часть включает: материальный и тепловой балансы; технологический расчёт основного аппарата; прочностные расчёты основного аппарата. Графическая часть включает: технологическую схему проектируемого цеха или отделения; сборочный чертёж основного аппарата; детализированные чертежи основных узлов аппарата. Примерные темы курсовых проектов: ? проектирование аппаратов для биологической очистки сточных вод (газовых сред) бытового и производственного происхождения (аэротенки, аппараты с псевдооживленным слоем, биофильтры, метантенки, абсорберы, адсорберы и т.д.); ? проектирование аппаратов для проведения процессов ферментации; ? проектирование аппаратов для производства спирта; ? проектирование аппаратов дрожжерастительных производств. Преподавателем могут быть предложены и другие темы курсового проекта.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Нетрусов А. И. Введение в биотехнологию : учебник для вузов / А. И. Нетрусов. - Москва: Академия, 2015.	5
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Нетрусов А. И. Введение в биотехнологию : учебник для вузов / А. И. Нетрусов. - Москва: Академия, 2015.	5
2	Т.1. - Калуга: , Изд-во Н.Бочкаревой, 2006. - (Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования : справ. : учеб. пособие; Т.1).	8

3	Т.2. - Калуга: , Изд-во Н.Бочкаревой, 2006. - (Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования : справ. : учеб. пособие; Т.2).	4
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Вестник ПНИПУ. Охрана окружающей среды, транспорт, безопасность жизнедеятельности : журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012-2013.	20
2	Вестник ПНИПУ. Транспорт. Транспортные сооружения. Экология: журнал : журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. В. Ю. Петрова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014.	20
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
1	Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : федеральный закон № 123-ФЗ. - Москва: Проспект, 2010.	20
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
1	Учебное пособие по преддипломной практике, курсовому и дипломному проектированию / П. Д. Пресняков [и др.]. - Ленинград: Б. и., 1974.	1
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Клунова С. М. Биотехнология : учебник для вузов / С. М. Клунова, Т. А. Егорова, Е.А. Живухина. - Москва: Академия, 2010.	4

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Нетрусов А. И. Введение в биотехнологию : учебник для вузов / А. И. Нетрусов. - Москва: Академия, 2014.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks176298">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks176298</a>	локальная сеть; авторизованный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Microsoft Office Visio Professional 2016 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)

#### 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Виртуальный читальный зал Российской государственной библиотеки	<a href="https://dvs.rsl.ru/">https://dvs.rsl.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	<a href="http://www.diss.rsl.ru/">http://www.diss.rsl.ru/</a>
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</a>

#### 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовой проект	Мультимедиа комплекс на базе проектора Toshiba TLP-X3000, доска, парты, стол преподавателя	1
Лекция	Мультимедиа комплекс на базе проектора Toshiba TLP-X3000, доска, парты, стол преподавателя	1
Практическое занятие	Мультимедиа комплекс на базе проектора Toshiba TLP-X3000, доска, парты, стол преподавателя	10

#### 8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Основы проектирования и оборудование предприятий  
биотехнологической промышленности»  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	19.04.01 Биотехнология
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Биотехнология в освоении экономики замкнутого цикла
<b>Квалификация выпускника:</b>	Магистр
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Химии и биотехнологии
<b>Форма обучения:</b>	Очная
<b>Курс: 1</b>	<b>Семестр: 1</b>
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	5 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	180 ч.
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>	
Экзамен: 3 семестр	

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### 1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД, освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (3-го семестра учебного плана). В дисциплине предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОПР	РТ/КР		Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>						
Знает специализированное программное обеспечение и базы данных в области биотехнологии, принципы обоснования, планирования и разработки инновационных биотехнологий, нормативно-правовые акты, регламентирующие биотехнологическое производство; имеет представление о документообороте организации.		ТО		РТ		ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
Умеет использовать специализированное программное обеспечение, методы математического моделирования, проводить разработку новых технологий; умеет проверять и анализировать проектную документацию, рассчитывать качественные и количественные результаты, сроки выполнения проектной работы				КР		ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
Владеет навыками работы с базами данных, программным обеспечением и известными программными продуктами в области биотехнологий, разработки технологической документации, управления проектами в области, соответствующей профессиональной деятельности			ОПР			КЗ

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОНР – отчет по практической работе; РТ – рубежное тестирование; КР – контрольная работа; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **1. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по практическим работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится, в форме тестирования и рубежных контрольных работ (после изучения каждого раздела учебной дисциплины).

### **2.2.1. Защита практических работ**

Всего запланировано 8 практических работ. Типовые темы практических работ приведены в РПД.

Защита практической работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Унифицированная шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано рубежное тестирование или рубежная контрольная работа после освоения студентами учебных разделов дисциплины.

### **2.2.3 Курсовая работа**

Курсовая работа состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части – чертежей общего вида аппарата и отдельных его узлов, технологической схемы установки.

В курсовую работу могут быть включены элементы исследовательского характера.

#### **Типовые темы курсовых работ:**

- Проектирование аппаратов для биологической очистки сточных вод (газовых сред);
- Проектирование аппаратов для проведения процессов ферментации;
- Проектирование аппаратов для производства спирта;
- Проектирование аппаратов дрожжерастительных производств.

По согласованию с выпускающей кафедрой преподавателем могут быть предложены и другие темы курсовых работ.

#### **Типовые задания рубежной контрольной работы:**

- 1) Спроектировать 3d-деталь Вала.
- 2) Спроектировать 3d-сборку Корпуса.
- 3) Проставить позиции на чертеже и связать позиции со спецификацией.
- 4) Выполнить расчет на прочность обечайки.
- 5) Выполнить расчет на прочность эллиптического днища.
- 6) Получить ассоциативные проекции с 3d-сборки.
- 7) Составить технологическую схему установки по представленной блок-схема оборудования.

#### **Типовые задания для тестирования:**

- 1) Последовательность выполняемых при проектировании работ (указать в порядке выполнения работ):



- 1 – Научные изыскания и исследования
- 2 – Технологические расчеты
- 3 – Механические расчеты
- 4 – Конструирование изделий
- 5 – Оформление рабочего проекта

2) В зависимости от стадий разработки КД делятся на:

- секретные КД,
- проектные документы,
- графические КД,

3) Обозначение спецификации основной сборочной единицы курсового проекта:

- КП22.00.00.00
- КП22.00.00.01
- КП22.00.00.00.СБ

4) Классификация сосудов по назначению хранимого продукта:

- сырьевые,
- товарные,
- промежуточные,
- исходные,
- конечные

### **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются сдача отчетов по практическим работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

*Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:*

- 1) Процесс проектирования; субъект и объект проектирования
- 2) Основы проектирования предприятий биотехнологической промышленности.
- 3) Стадии проектирования
- 4) Содержание технического задания
- 5) Правила оформления сборочного чертежа, спецификации.
- 6) Обозначение конструкторских документов.

- 7) Конструкционное устройство и принципы работы оборудования биотехнологических производств
- 8) Методы расчёта материальных и энергетических балансов технологических схем.
- 9) Требования, предъявляемые сосудам в процессе изготовления.
- 10) Гидроиспытание сосудов, работающих под давлением.
- 11) Давление рабочее, пробное, расчетное, разрешенное.
- 12) Условное давление. Расчетная температура среды.
- 13) Условный диаметр. Расчетный срок службы сосуда.
- 14) Последовательность технологического расчёта аппаратов биотехнологических производств

*Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:*

- 1) Сделать расчет на прочность обечаек и днищ, работающих под действием внутреннего давления.
- 2) Сделать расчёт привода валов перемешивающих устройств биореакторов с мешалками.
- 3) Выбрать тип и расчёт потребляемой мощности мешалки. Подобрать редуктор и электродвигатель для привода мешалки.
- 4) Выполнить сборочный чертеж аппарата, используя стандартную базу данных графического пакета.
- 5) Создать спецификацию на сборочный чертеж.

*Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:*

- 1) Составить технологическую схему установки биотехнологического производства.
- 2) Смоделировать объемную модель аппарата. Получить ассоциативные виды модели аппарата, оформить рабочую документацию.
- 3) Составить порядок проектного расчета оборудования, указать критерии выбора оборудования.

### **2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент*

*всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

## Пример билета для экзамена

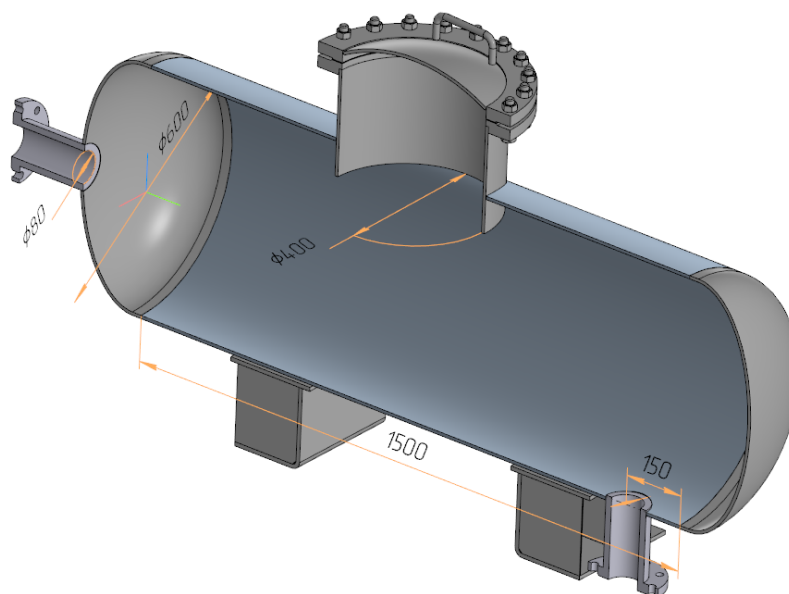
15.04.02 «Технологические машины и оборудование»

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГАОУ ВО  
«Пермский национальный  
исследовательский политехнический  
университет» (ПНИПУ)

Кафедра  
«Оборудование и автоматизация химических  
производств»  
Дисциплина  
Основы проектирования и оборудование  
предприятий биотехнологической  
промышленности

БИЛЕТ № \_\_

1. Стадии проектирования оборудования.
2. Выполнить расчет на прочность обечайки при следующих данных:  
 $P = 1,6 \text{ МПа}$ ,  $D_{\text{вн}} = 0,8 \text{ м}$ ,  $S = 5 \text{ мм}$ .
3. Смоделировать объемную модель аппарата, используя библиотеку стандартных элементов.



Составитель

И.Г. Ложкин

\_\_\_\_\_ (подпись)

Заведующий кафедрой

Е.Р. Мошев

\_\_\_\_\_ (подпись)

«    »

20 г.