



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Дальневосточный федеральный университет"  
(ДВФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
(подпись) Реутов В.А.  
(Ф.И.О. рук. ОП)  
05 сентября 2017 г.



«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий базовой кафедрой  
химических и ресурсосберегающих технологий  
(название кафедры)  
  
(подпись) Реутов В.А.  
(Ф.И.О. зав. каф.)  
05 сентября 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
Проектирование химических производств и оборудования  
**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**  
Профиль «Технологии химических и нефтеперерабатывающих производств»  
**Форма подготовки (очная)**

курс 4 семестр 1  
лекции 36 час.  
практические занятия 0 час.  
лабораторные работы 54 час.  
с использованием МАО лек. 10 /пр. 0 /лаб. 18 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 90 час.  
в том числе с использованием МАО 28 час.  
самостоятельная работа 90 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 36 час  
контрольные работы (количество) - 1  
курсовая работа / курсовой проект \_\_\_\_\_  
зачет \_\_\_\_\_  
экзамен 7 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 21.10.2016 № 12-13-2030.

Рабочая программа обсуждена на заседании базовой кафедры химических и ресурсосберегающих технологий Школы естественных наук протокол № 12 от 13 июня 2017 г.

Заведующий кафедрой: к.х.н., доцент Реутов В.А.  
Составитель (ли): к.х.н., доцент Реутов В.А.

**Оборотная сторона титульного листа**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры**

Протокол от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий базовой кафедрой химических и ресурсосберегающих технологий

\_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры**

Протокол от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий базовой кафедрой химических и ресурсосберегающих технологий

\_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

### **Bachelor's degree in 18.03.01 Chemical technology**

**Study profile:** Technology of oil processing and chemical production

**Course title:** Design of chemical plants and equipment

**Basic part of Block B1.B.DV.3.1. 5 credits**

**Instructor:** Reutov A.V.

**At the beginning of the course a student should be able to:**

for successful study of the discipline, the following preliminary competences should be formulated:

– ability to use modern methods and technologies (including information) in professional activity (GC-5);

– possession of the basic methods, methods and means of obtaining, storage, processing of information, computer skills as a means of information management (GPC-5);

– ability and readiness to carry out technological process according to regulations and to use technical means for measurement of the main parameters of technological process, properties of raw materials and production (PC-1);

– readiness to apply analytical and numerical methods for solving problems, to use modern information technology, to process information using the application software of the sphere of professional activity, to use network computer technology and databases in their professional field, application software packages for the calculation of technological parameters of equipment (PC-2);

– the ability to make specific technical decisions in the development of technological processes, to choose technical means and technologies, taking into account the environmental consequences of their use (PC-4);

### **Learning outcomes:**

– develop projects as part of the team of authors (PC-24);

– use information technology in project development (PC-25);

– design technological processes using automated systems of technological preparation of production as part of the team (PC-26).

### **Course description:**

The content of the course is designed to provide students with theoretical knowledge and practical skills of calculations in the field of design of chemical plants and equipment of chemical production, necessary for the final qualifying work and independent professional activity.

### **Main course literature:**

1. Slesarenko, I. B. Osnovy proektirovaniya : ucheb. posobie dlya vuzov / I. B. Slesarenko. – Vladivostok : Izd-vo Tihookeanskogo ekonomicheskogo universiteta, 2010. - 128 s. (45 ekz.)

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:358958&theme=FEFU>

2. Osnovy tekhnologicheskogo proektirovaniya v mashinostroenii [Elektronnyj resurs]: ucheb. posobie/ T .A. Duyun, I. V. SHrubchenko, A. V. Hurtasenko, M. N. Voronkova, L. V.Murygina. - EBS ASV, 2013. - 268 c.

<http://www.iprbookshop.ru/49718.html>

3. Leont'eva A.I. Oborudovanie himicheskikh proizvodstv. CHast' 1 [Elektronnyj resurs]: uchebnoe posobie/ Leont'eva A.I.— Elektron. tekstovye dannye.— Tambov: Tambovskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet, EBS ASV, 2012.— 234 c.— Rezhim dostupa:

<http://www.iprbookshop.ru/64134.html>.

4. Leont'eva A.I. Oborudovanie himicheskikh proizvodstv. CHast' 2 [Elektronnyj resurs]: uchebnoe posobie/ Leont'eva A.I.— Elektron. tekstovye dannye.— Tambov: Tambovskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet, EBS ASV, 2012.— 281 c.— Rezhim dostupa:

<http://www.iprbookshop.ru/64133.html>.

## АННОТАЦИЯ

Рабочая программа дисциплины "Проектирование химических производств и оборудования" разработана для студентов 4 курса направления 18.03.01 "Химическая технология", профиль "Технологии химических и нефтеперерабатывающих производств", в соответствии с требованиями ОС ВО ДВФУ по данному направлению и относится к вариативной части учебного плана Б1.В.ДВ.3.1.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 час.), лабораторные работы (54 час.), самостоятельная работа (90 часов) из них 36 часов на экзамен. Дисциплина реализуется в 7 семестре 4 курса.

Курс "Проектирование химических производств и оборудования" обеспечивает подготовку выпускников направления 18.03.01 "Химическая технология" к выполнению профессиональных задач в области проектно-конструкторской деятельности.

Курс "Проектирование химических производств и оборудования" основывается на знаниях студентов, полученных по дисциплинам: "Инженерная графика", "Компьютерная графика", "Теоретическая и прикладная механика", "Процессы и аппараты химической технологии", "Общая химическая технология", "Моделирование химико-технологических процессов", "Системы управления химико-технологическими процессами", "Системы автоматического проектирования", "Материаловедение и технология конструкционных материалов". Знания, полученные при изучении этого курса, будут использованы при изучении профильных дисциплин, в научно-исследовательской работе студентов и при подготовке выпускной квалификационной работы.

**Цель дисциплины:** приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков расчетов в области проектирования химических предприятий и оборудования химических производств, необходимых при выполнении выпускной квалификационной работы и самостоятельной профессиональной деятельности.

**Задачи дисциплины:**

- Развитие профессиональных компетенций в области знаний о принципах и методах проектирования предприятий химической промышленности, стадиях проектирования, составе технической документации при разработке проектов на технические объекты и предприятия отрасли.

- Овладение основами технологического и конструкционного расчета и проектирования основного и вспомогательного оборудования химических производств.

Для успешного изучения дисциплины "Проектирование химических производств и оборудования" у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

ОК-5 – способностью использовать современные методы и технологии (в том числе информационные) в профессиональной деятельности;

ОПК-5 – владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией;

ПК-1 – способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции;

ПК-2 – готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования;

ПК-4 – способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения;

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие профессиональные (ПК) компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-24 - разрабатывать проекты в составе авторского коллектива	Знает	- Этапы составления конструкторской документации согласно единой системой конструкторской документации (ЕС КД)
	Умеет	- Работать в команде при подготовке исходных данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений
	Владеет	- навыками обосновывать экономическую целесообразность и техническую необходимость создания химического производства, выбирать технологию производства и тип оборудования, составлять структурную технологическую схему производства, выполнять расчеты материальных и тепловых балансов производства;
ПК-25 использовать информационные технологии при разработке проектов	Знает	- информационные технологии (ИТ), применяемые при разработке проектов
	Умеет	- работать с научной информацией, государственными стандартами, техническими регламентами и ЕС КД с применением

		современных ИТ
	Владеет	- навыками отбора и приемами систематизации собранной информации средствами ИТ
ПК-26 - проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива	Знает	- принципиальные основы организации проектирования по стадиям и выполнения проектно-технологических работ для химической промышленности
	Умеет	- применять пакеты прикладных программ для проектирования и управления химическими производствами
	Владеет	- навыками технологического проектирования с использованием автоматизированных систем проектирования (САПР) для определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Проектирование химических производств и оборудования» применяются следующие методы активного / интерактивного обучения: лекция-беседа, работа в малых группах.

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА** **( 36 час., в том числе 10 час. с использованием** **методов активного обучения)**

**Раздел I. Основные этапы и организация проектирования химических производств (4 час.)**

**Тема 1. Основные подходы к организации предпроектной разработки. Составление конструкторской документации (2 час.)**

Ознакомление с термином «проект промышленного предприятия». Основные стадии проектирования. Экологическое и технико-экономическое обоснование (ТЭО) проектов химических производств. Составление и разработка конструкторской документации согласно ЕС КД.

**Тема 2. Промышленные сооружения химико-технологического комплекса (2 час.)**

Типы промышленных зданий, их компоновка и размещение на генеральном плане химического предприятия. Инженерные сооружения.

*Интерактивная форма : лекция-беседа*

**Раздел II. Основы проектирования химического предприятия и оборудования (10 час.)**

**Тема 1. Выбор и разработка технологической схемы производства (2 час.)**

1. Выбор и обоснование способа производства химической продукции. Определение оптимальных доступных технологий. Современные методы интенсификации химико-технологических процессов. Этапы разработки технологической схемы. Принципиальная технологическая схема. Компоновка технологического оборудования на предприятии

**Тема 2. Выбор основного технологического оборудования химических производств (4 час.)**

Классификация химических реакторов по тепловому и гидравлическому режиму, конструктивному исполнению, функциональному назначению. Выбор химического реактора в зависимости от протекающей реакции. Поиск оптимального режима работы реактора. Общие требования к конструкции, надежности и управляемости аппаратов химического производства.

**Тема 3. Вспомогательное оборудование химических заводов (4 час.)**

Виды вспомогательного оборудования. Аппараты с механическими перемешивающими устройствами. Оформление поверхности теплообмена. Насосы для химических установок. Основные принципы подбора теплообменного и насосного оборудования. Машины для сжатия и перемещения газов. Компрессоры и их выбор. Вакуум-насосы. Вентиляторы и их выбор. Измельчающие устройства

*Интерактивная форма : лекция-беседа*

### **Раздел III. Расчеты аппаратов на прочность (12 час.)**

#### **Тема 1. Конструкционные материалы и прочностные расчеты химической аппаратуры (2 час.)**

Требования к конструктивным материалам и рекомендуемые черные металлы и сплавы, цветные металлы, неметаллические материалы, материалы для сварки и пайки. Критерии работоспособности материала. Коррозия металлов и сплавов.

#### **Тема 2. Конструктивные элементы аппаратов (2 часа)**

Понятие и конструкция днищ, крышек, обечаек, люков, штуцеров, бобышек. Выбор вертикальных и горизонтальных опор аппаратов. Прочностные расчеты

#### **Тема 3. Расчет на механическую прочность тонкостенных сосудов и аппаратов (4 часа)**

Законодательные нормы и требования к аппаратам химического производства по безопасности эксплуатации и расчетам на прочность. Основные расчетные параметры. Расчет на механическую прочность сосудов и аппаратов. Конструкции и расчеты на прочность тонкостенных цилиндрических, сферических, конических обечаек под избыточным внутренним и наружным давлением. Конструкции и расчеты на прочность плоских, эллиптических и сферических днищ обечаек. Укрепление отверстий в обечайках и днищах аппаратов при внутреннем и внешнем давлениях. Узлы сопряжения оболочек. Обеспечение прочности в местах сопряжения оболочек. Аппараты с рубашками

#### **Тема 4. Расчет на механическую прочность толстостенных сосудов и аппаратов (2 часа)**

Толстостенные сосуды и аппараты. Конструкции и расчет толстостенных цилиндрических обечаек, днищ и крышек. Затворы аппаратов высокого давления.

*Интерактивная форма : лекция-беседа*

#### **Тема 5. Расчеты элементов крепления аппаратуры и трубопроводов на механическую прочность (2 часа)**

Способы крепления аппаратуры и трубопроводов. Конструкции. Плоские фланцы. Соединения выступ-впадина и шип-паз. Типы прокладок. Расчет на прочность и герметичность. Знакомство с ГОСТ Р 52857.4-2007. Расчет на прочность и герметичность фланцевых соединений.

*Интерактивная форма : лекция-беседа*

### **Раздел IV. Основы безопасной эксплуатации технологического оборудования химических производств (6 час.)**

#### **Тема 1. Основы безопасной эксплуатации технологического оборудования (2 часа)**

Оценка эксплуатационной надёжности технологического оборудования и методы повышения надёжности объектов. Безопасная эксплуатация трубопроводов. Сальниковое и торцевое уплотнение.

## **Тема 2. Трубопроводная арматура (4 часа)**

Классификация трубопроводной арматуры. Запорная арматура принципы действия. Предохранительная арматура. Принцип работы предохранительных клапанов и мембран. Рекомендации по выбору предохранительных устройств. Требования к установке и эксплуатации предохранительных клапанов и предохранительных мембран.

## **Раздел V. Экономика предприятия химической промышленности (4 час.)**

### **Тема 1. Химическая промышленность с точки зрения экономики (4 часа).**

Предприятие в рыночной экономике. Основные производственные фонды. Себестоимость продукции. Ценообразование. Прибыль. Методы планирования прибыли. Основные показатели безубыточной работы химического предприятия. Оценка рентабельности. Эффективность производства.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**( 54 час., в том числе 18 час. с использованием методов активного обучения)**

### **Лабораторные работы**

Методы активного обучения, применяемые на лабораторном практикуме: работа в малых группах; моделирование производственных ситуаций. (18 час).

**Лабораторная работа №1.** Оформление конструкторской документации согласно ЕС КД (6 час.)

**Лабораторная работа №2.** Составление планировки участка (6 час.)

**Лабораторная работа №3.** Расчет материальных потоков химико-технологического узла промышленного комплекса(6 час.)

**Лабораторная работа №4.** Проектирование оптимальной теплообменной системы с применением пинч-метода(6 час.)

**Лабораторная работа №5.** Выбор и проектирование оптимального реактора для проведения химического превращения (6 час.)

**Лабораторная работа №6.** Определение основных параметров, влияющих на управляемость реактором (каскадом реакторов) (6 час.)

**Лабораторная работа №7.** Выбор вспомогательного оборудования для проведения химического превращения (6 час.)

**Лабораторная работа №8.** Контроль и испытания химико-технологической аппаратуры на герметичность и прочность (6 час.)

**Лабораторная работа №9.** Определение основных показателей безубыточной работы химического предприятия (3 час.)

Итоговая контрольная работа (3 час.)

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине "Проектирование химических производств и оборудования" представлено в приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛИ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Основные этапы и организация проектирования химических производств	ПК-24	Знает	Собеседование;	Вопросы для подготовки к экзамену 1-6
			Умеет	Собеседование;	Вопросы для подготовки к экзамену 1-6
			Владеет	Собеседование;	Вопросы для подготовки к экзамену 1-6
2	Раздел II. Основы проектирования химического предприятия и оборудования	ПК-25 ПК-26	Знает	Собеседование;	Вопросы для подготовки к экзамену 8-11
			Умеет	Собеседование;	Вопросы для подготовки к экзамену 8-11
			Владеет	Собеседование;	Вопросы для подготовки к экзамену 8-11
3	Раздел III. Расчеты аппаратов на прочность	ПК-24	Знает	Собеседование;	Вопросы для подготовки к экзамену 13-17
			Умеет	Собеседование;	Вопросы для подготовки к экзамену 13-17
			Владеет	Собеседование;	Вопросы для подготовки к экзамену 13-17
4	Раздел IV. Основы	ПК-26	Знает	Собеседование;	Вопросы для подготовки к

	безопасной эксплуатации технологического оборудования химических производств		Умеет	Собеседование;	экзамену 18-19 Вопросы для подготовки к экзамену 18-19
			Владеет	Собеседование;	Вопросы для подготовки к зачету 18-19
			Знает	Собеседование; курсовой проект	Вопросы для подготовки к зачету 20
5	Раздел V. Экономика предприятия химической промышленности	ПК-25	Умеет	Собеседование; курсовой проект	Вопросы для подготовки к зачету 20
			Владеет	Собеседование; курсовой проект	Вопросы для подготовки к зачету 20
			Знает	Собеседование; творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 7, 12
6	Лабораторные работы	ПК-26	Умеет	Собеседование; творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 7, 12
			Владеет	Собеседование; творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 7, 12
			Знает	Собеседование; творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 7, 12

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Слесаренко, И. Б. Основы проектирования : учеб. пособие для вузов / И. Б. Слесаренко. – Владивосток : Изд-во Тихоокеанского экономического университета, 2010. - 128 с. (45 экз.)  
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:358958&theme=FEFU>
2. Основы технологического проектирования в машиностроении [Электронный ресурс]: учеб. пособие/ Т.А. Дуюн, И. В. Шрубченко, А. В. Хуртасенко, М. Н. Воронкова, Л. В.Мурыгина. - ЭБС АСВ, 2013. - 268 с.  
<http://www.iprbookshop.ru/49718.html>
3. Леонтьева А.И. Оборудование химических производств. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Леонтьева А.И.— Электрон. текстовые данные.— Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012.— 234 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64134.html>.
4. Леонтьева А.И. Оборудование химических производств. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Леонтьева А.И.— Электрон.

текстовые данные.— Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012.— 281 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64133.html>.

### Дополнительная литература

1. Горбатюк, С. М. Автоматизированное проектирование оборудования и технологий [Электронный ресурс] : курс лекций / С. М. Горбатюк, М. Г. Наумова, А. Ю. Зарапин. - М.: Издательский Дом МИСиС, 2015. - 62 с.

<http://www.iprbookshop.ru/64170.html>

2. Каратаев, О. Р. Основы проектирования [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О. Р. Каратаев, Д. А. Хамидуллина. Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. - 124 с.

<http://www.iprbookshop.ru/62525.html>

3. Надежность машин и механизмов [Электронный ресурс]: учебник / В. А. Черкасов, Б. А. Кайтуков, П. Д. Капырин, В. И. Скуль, М. А. Степанов. - М.: ЭБС АСВ, 2015. - 272 с.

<http://www.iprbookshop.ru/60823.html>

### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. <http://robot.bmstu.ru/files/GOST/gost-eskd.html> - ГОСТ ЕС КД
2. <http://www.elitarium.ru/psychology/> - Система дистанционного образования;
3. <http://www.elitarium.ru/psychology/> - Система дистанционного образования;
4. <http://e.lanbook.com/> – Электронно-библиотечная система;
5. <http://www.studentlibrary.ru/> - Студенческая электронная библиотека;
6. <http://znanium.com/> – Электронно-библиотечная система;
7. <http://www.nelbook.ru/> – Электронная библиотека;
8. <http://www.chemspider.com/> – База данных о веществах и их свойствах;
9. <http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/> – База данных о веществах и их свойствах;
10. <http://www.scopus.com> – База данных научных печатных материалов.

### Перечень информационных технологий и программного обеспечения

1. Microsoft Word – текстовый процессор, предназначенный для создания, просмотра и редактирования текстовых документов.
2. Microsoft Excel – приложение для работы с электронными таблицами.
3. Microsoft PowerPoint – приложение для создания и проведения презентаций.
4. Программное обеспечение САПР SALOME
5. Программное обеспечение САПР Honeywell UniSim Design Suite  
Программное обеспечение AutoCad

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Подготовка к сдаче коллоквиумов в формате собеседований**

При подготовке к сдаче коллоквиумов воспользуйтесь материалами лекций и рекомендованной литературой.

### **Подготовка к практическим занятиям**

При подготовке к практическим занятиям рекомендуется пользоваться рекомендованной литературой и ресурсами интернет. Вопросы, которые вызывают затруднение при подготовке, должны быть заранее сформулированы и озвучены во время занятий в аудитории для дополнительного разъяснения преподавателем. Ответы, выносимые на обсуждение, должны быть тщательно подготовлены и по ним составлена схема (план), которой студент пользуется на занятии. При ответе надо логически грамотно выразить и обосновывать свою точку зрения, свободно оперировать понятиями и категориями. При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса.

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

Проведение лекций с использованием мультимедийной аппаратуры для демонстрации иллюстративного материала. Проведение лабораторных работ в компьютерном классе с использованием необходимого программного обеспечения.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"Дальневосточный федеральный университет"  
(ДФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**По дисциплине "Проектирование химических производств и оборудования"**

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Профиль "Технология химических и нефтеперерабатывающих производств"

Форма подготовки (очная)

**Владивосток  
2017**

## План-график выполнения самостоятельной работы

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	1-2 неделя	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 1	6 часов	Опрос перед началом занятия. Прием отчета о выполнении лабораторной работы.
2.	3-4 неделя	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 2	6 часов	Опрос перед началом занятия. Прием отчета о выполнении лабораторной работы.
3.	5-6 неделя	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 3.	6 часов	Опрос перед началом занятия. Прием полученных результатов.
4.	7-8 неделя	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 4	6 часов	Опрос перед началом занятия. Прием отчета о выполнении лабораторной работы.
5.	9-10 неделя	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 5	6 часов	Опрос перед началом занятия. Прием отчета о выполнении лабораторной работы.
6.	11-12 неделя	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 6	6 часов	Опрос перед началом занятия. Прием отчета о выполнении лабораторной работы.
7.	13-14 неделя	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 7	6 часов	Опрос перед началом занятия. Прием отчета о выполнении лабораторной работы.
8.	15-16 неделя	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 8	6 часов	Опрос перед началом занятия. Прием отчета о выполнении лабораторной работы.

9.	17 неделя	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 9, расчетно-графической работы	3 часа	Опрос перед началом занятия. Прием отчета о выполнении лабораторной работы, защита РГР
10.	18 неделя	Подготовка к контрольной работе	3 часа	Контрольная работа
11.	18 неделя	Подготовка к экзамену	36 часов	Устная сдача экзамена

### **Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ**

Лабораторные работы по дисциплине «Проектирование химических производств и оборудования» выполняются и оформляются в соответствии с требованиями к оформлению письменных работ, выполняемых студентами ДВФУ. Отчет должен содержать: название лабораторной работы; цель; расчетную часть, представленную в программном пакете Excel; графическую часть; выводы по лабораторной работе.

Для качественного выполнения лабораторных работ каждый студент должен заранее подготовиться к очередной работе. Подготовка складывается из изучения цели, задач и содержания лабораторной работы, повторения теоретического материала, относящегося к работе

В начале занятия преподаватель путем опроса проверяет подготовленность каждого студента. Неподготовленные студенты к выполнению лабораторной работы не допускаются.

#### ***Вопросы к лабораторным работам по темам:***

##### **Тема 1: Оформление конструкторской документации**

1. Классификация конструкторской документации;
2. На основании каких стандартов составляется конструкторская документация;
3. Этапы составления спецификации;
4. Из каких пунктов состоит технический регламент

##### **Тема 2. Составление планировки участка**

1. Какие факторы влияют на выбор площадки строительства объекта;
2. Факторы, влияющие на выбор метода (технологии) производства;
3. Рекомендации для составления генерального плана предприятия;
4. Инженерные сооружения. Как они отмечаются на генеральном плане

##### **Тема 3. Расчет материальных потоков химико-технологического узла промышленного комплекса**

1. Методы определения мощности будущего объекта;

2. Расходные коэффициенты, степень превращения, выход продукции;

3. На основании чего разрабатывается эскизная схема;

4. Изображение материальных потоков на схемах

**Тема 4. Проектирование оптимальной теплообменной системы с применением пинч-метода**

1. Построение составных кривых технологических потоков;

2. Анализ и построение температурно-энтальпийной диаграммы;

3. Последовательность выполнения пинч-метода;

4. Максимальная рекуперация тепла при синтезе системы теплообменников

**Тема 5. Выбор и проектирование оптимального реактора для проведения химического превращения**

1. Классификация химических реакторов;

2. Как тип химической реакции может повлиять на выбор реактора;

3. Современные технологические решения, применяемые при проектировании реактора;

4. Основные составные элементы химического реактора (обечайка, днище, крышка, штуцер, люк, лаз и т. п.).

**Тема 6. Определение основных параметров, влияющих на управляемость реактором (каскадом реакторов).**

1. Опишите наиболее известные программные продукты САПР;

2. Какие параметры позволяют успешно управлять реактором;

3. Характеристика, показывающая возможность успешного контроля реактора;

4. Стабильность системы контроля

**Тема 7. Выбор вспомогательного оборудования для проведения химического превращения**

1. Виды и назначение вспомогательного оборудования;

2. Факторы, влияющие на подбор насоса;

3. Выбор теплообменного оборудования;

4. Устройство мешалок. Принцип работы. Необходимость применения

**Тема 8. Контроль и испытания химико-технологической аппаратуры на герметичность и прочность.**

1. Что следует понимать под промышленной безопасностью

2. Основные методы испытания на герметичность аппаратуры

3. Предохранительные клапаны. Конструкция.

4. Прочностные характеристики материала

**Тема 9. Определение основных показателей безубыточной работы химического предприятия**

1. Обоснование инвестиций в проект

2. Основные пункты, формирующие себестоимость продукции

3. Шахтная ведомость;

4. Построение точки безубыточности

## Методические указания к расчетно-графической работе

Расчетно-графическая работа (РГР) по дисциплине «Проектирование химических производств и оборудования» выполняется и оформляется в соответствии с требованиями к оформлению письменных работ, выполняемых студентами ДВФУ и согласно ГОСТ ЕСКД на технический проект (ГОСТ–2.120–73) и состоит из пояснительной записки и графической части.

Текстовая конструкторская документация содержит пояснительную записку, спецификации представленного узла и рассчитанного аппарата, ведомость спецификаций.

Графическая часть работы включает в себя схему отдельного узла производства (формат А2 или А3), чертеж общего вида аппарата (формат А4)

**Ведомость РГР** оформляется в соответствии с ГОСТ 2.105-95 и ГОСТ 2.106-96, в которую записывают все включенные в комплект документов курсового проекта конструкторские документы в порядке, установленном, независимо от того, к какому варианту относится документ.

**Пояснительная записка** должна быть оформлена в соответствии с ГОСТ 2.105-95 и ГОСТ 2.106-96 освещать вопросы, подлежащие проработке согласно заданию на РГР.

Структура пояснительной записки:

- содержание;
- задание на РГР (введение);
- разделы, дающие ответ на вопросы, подлежащие проработке согласно заданию на курсовое проектирование:
  - а) технико-экономическое обоснование;
  - б) описание и обоснование выбранной технологии;
  - в) описание подобранной основной аппаратуры;
  - г) расчеты, подтверждающие работоспособность конструкции;
  - д) прочностные расчеты конструкции;
- литература;
- приложения.

В листе **“Содержание”** перечисляются все разделы, а также подразделы и пункты (при их наличии) пояснительной записки и указывается номер страницы, с которой начинается тот или иной раздел (подраздел, пункт). Введение, заключение, литература и приложения также являются разделами пояснительной записки, однако не нумеруются.

Раздел **“Задание на РГР”** должно содержать тему работы, производительность завода, план аналитического обзора, перечень требуемых инженерных расчетов и расчетов, выполняемых на ЭВМ.

На основании **“Технико-экономического обоснования”** выбирается место возведения химико-технологического комплекса, а также прорабатываются все возможные перспективные варианты технологий производства, среди которых отбирают оптимальную.

Раздел **“Описание подобранной основной аппаратуры”** содержит описание конструкции с обоснование принимаемых на данной стадии принципиальных решений (тип реактора, тип вспомогательного оборудования.) с указанием литературных источников, на основании которых делался выбор.

Разделы **“Расчеты, подтверждающие работоспособность конструкции”** и **“Прочностные расчеты конструкции”** должны содержать расчеты материального и теплового балансов установки, расчеты основных геометрических параметров реакторы (диаметр, высота), расчеты расходных коэффициентов исходных веществ, механические расчеты всех составных элементов реактора. Все методики расчета, формулы и справочные величины обязательно должны иметь ссылку на литературный источник с обязательным указанием страниц.

В разделе **“Литература”** следует перечислить литературные источники, которые использовались студентом при выполнении работы и на которые имеются ссылки в пояснительной записке. Оформление списка литературы необходимо произвести в соответствии с требованиями к оформлению письменных работ, выполняемых студентами ДВФУ, с использованием шрифтов, отступов, рамок согласно ГОСТ 2.105-95 по оформлению технической документации.

**Графическая часть** должна содержать схему установки со вспомогательным оборудованием, приборами и средствами автоматизации с указанием на чертеже потоков, их температур и давлений (выполняется самостоятельно, прилагать к отчету копию готовой схемы не допускается); чертеж установки с продольным разрезом и указанием всех рассчитанных геометрических размеров.

Ведомость расчетно-графической работы и пояснительная записка выполняются на листах формата А4 в соответствии требованиями и шаблонами ГОСТ 2.106-96 п. 9, 10. Особое внимание необходимо уделить правильному употреблению рамки и основной надписи ГОСТ 2.104-2006. Следует заметить, что основная надпись для заглавного листа раздела и последующих листов отличается. Листы в пределах каждого документа (ведомость, пояснительная записка и др.) нумеруются отдельно, то есть каждый документ начинается с первого листа. Поля для листа формата А4 для левого края – 20 мм, для верхнего, правого, нижнего – 5 мм. Шрифт в соответствии с ГОСТ 2.304-81 должен быть “тип Б” с наклоном 75° размером 3,5 мм.

Все расчеты оформляются в развернутом виде: сначала записывается формула, далее знак равенства и численные значения всех входящих в формулу параметров в той же последовательности, как они стоят в формуле, далее знак равенства и результат вычисления и его размерность, если это размерная величина. Все расчеты проводятся в международной системе измерения физических величин (система СИ). Расчетные формулы должны сопровождаться лаконичными пояснениями, включающими и полную расшифровку всех принятых условных обозначений. Все справочные

величины в обязательном порядке выписываются в явном виде и приводятся в табличном виде, а при необходимости, также и в графическом виде.

### **Критерии оценки защиты расчетно-графической работы**

Изложенное понимание работы как целостного авторского текста определяет критерии его оценки: новизна текста; обоснованность выбора источника; степень раскрытия сущности вопроса; соблюдения требований к оформлению.

**Новизна текста:** а) новизна и самостоятельность в постановке проблемы; б) умение работать с исследованиями, критической литературой, систематизировать и структурировать материал; в) стилевое единство текста, единство жанровых черт.

**Степень раскрытия сущности вопроса:** а) соответствие плана заданию на РГР; б) четкое обоснование выбранной технологической схемы производства; в) полнота и глубина знаний по теме; г) обоснованность способов и методов работы с материалом; е) умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные методики по одному вопросу.

**Обоснованность выбора источников:** а) оценка использованной литературы: привлечены ли наиболее известные работы по теме исследования (в т.ч. журнальные публикации последних лет, последние статистические данные, сводки, справки и т.д.).

**Соблюдение требований к оформлению:** а) насколько верно оформлены ссылки на используемую литературу, список литературы; б) оценка грамотности и культуры изложения (в т.ч. орфографической, пунктуационной, стилистической культуры), владение терминологией; в) соблюдение требований к курсовому проекту на основании ГОСТ ЕС КД.

### **Темы расчетно-графических работ**

по дисциплине "Проектирование химических производств и оборудования"

1. Проектирование промышленного комплекса по производству концентрата РЗЭ;
2. Проектирование цеха полимеризации полиэтилена высокого давления;
3. Разработка технологического процесса получения плавиковой кислоты;
4. Проектирование промышленного комплекса по производству полипропилена;
5. Поиск оптимальной технологии получения полиуретана
6. Разработка технологического процесса получения фосфорной кислоты;



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования

**"Дальневосточный федеральный университет"**  
(ДВФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**По дисциплине " Проектирование химических производств и оборудования "**

Направление подготовки 18.06.01 Химическая технология

Профиль "Технология химических и нефтеперерабатывающих производств"

Форма подготовки (очная)

**Владивосток**  
**2017**

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-24 - разрабатывать проекты в составе авторского коллектива	Знает	- этапы составления конструкторской документации согласно единой системой конструкторской документации (ЕС КД)
	Умеет	- Работать в команде при подготовке исходных данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений
	Владеет	- навыками обосновывать экономическую целесообразность и техническую необходимость создания химического производства, выбирать технологию производства и тип оборудования, составлять структурную технологическую схему производства, выполнять расчеты материальных и тепловых балансов производства;
ПК-25 использовать информационные технологии при разработке проектов	Знает	- информационные технологии (ИТ), применяемые при разработке проектов
	Умеет	- работать с научной информацией, государственными стандартами, техническими регламентами и ЕС КД с применением современных ИТ
	Владеет	- навыками отбора и приемами систематизации собранной информации средствами ИТ
ПК-26 - проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива	Знает	- принципиальные основы организации проектирования по стадиям и выполнения проектно-технологических работ для химической промышленности
	Умеет	- применять пакеты прикладных программ для проектирования и управления химическими производствами
	Владеет	- навыками технологического проектирования с использованием автоматизированных систем проектирования (САПР) для определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Основные этапы и организация проектирования химических производств	ПК-24	Знает	Собеседование;	Вопросы для подготовки к экзамену 1-6
			Умеет	Собеседование;	Вопросы для подготовки к экзамену 1-6
			Владеет	Собеседование;	Вопросы для подготовки к экзамену 1-6
2	Раздел II. Основы проектирования химического предприятия и оборудования	ПК-25 ПК-26	Знает	Собеседование;	Вопросы для подготовки к экзамену 8-11
			Умеет	Собеседование;	Вопросы для подготовки к экзамену 8-11
			Владеет	Собеседование;	Вопросы для подготовки к экзамену 8-11
3	Раздел III. Расчеты аппаратов на прочность	ПК-24	Знает	Собеседование;	Вопросы для подготовки к экзамену 13-17
			Умеет	Собеседование;	Вопросы для подготовки к экзамену 13-17
			Владеет	Собеседование;	Вопросы для подготовки к экзамену 13-17
4	Раздел IV. Основы безопасной эксплуатации технологического оборудования химических производств	ПК-26	Знает	Собеседование;	Вопросы для подготовки к экзамену 18-19
			Умеет	Собеседование;	Вопросы для подготовки к экзамену 18-19
			Владеет	Собеседование;	Вопросы для подготовки к зачету 18-19
5	Раздел V. Экономика предприятия химической промышленности	ПК-25	Знает	Собеседование; курсовой проект	Вопросы для подготовки к зачету 20
			Умеет	Собеседование; курсовой проект	Вопросы для подготовки к зачету 20
			Владеет	Собеседование; курсовой проект	Вопросы для подготовки к зачету 20

6	Лабораторные работы	ПК-26	Знает	Собеседование; творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 7, 12
			Умеет	Собеседование; творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 7, 12
			Владеет	Собеседование; творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 7, 12

## Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	Показатели
ПК-24 Готовность разрабатывать проекты в составе авторского коллектива	знает (пороговый уровень)	основные типы, этапы и принципы разработки конструкторской документации	знание классификации конструкторской документации и принципы разработки проектной документации	сформированные систематические знания о видах конструкторской документации
	умеет (продвинутый)	осуществлять подборку научной и технической литературы, необходимой для проектирования химико-технологического оборудования и комплекса	умение сопоставлять и синтезировать данные научной и технической литературы с единой системой проектной конструкторской документации	сформированное умение сопоставлять, систематизировать и применять государственные стандарты и техническую литературу
	владеет (высокий)	навыками выбора, синтеза оптимальной принципиальной технологической схемы химического производства согласно конструкторской документации	владение навыками поиска и определения наилучших доступных технологий	способен проанализировать альтернативные технологические решения и самостоятельно определить оптимальный вариант технологической схемы при проектировании химико-технологического комплекса.
ПК-25 Готовность использовать информационные технологии при разработке проектов	знает (пороговый уровень)	процессы, методы поиска, сбора, обработки и представления информации в проекте	знание способов анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области проектирования и эксплуатации химико-технологических комплексов и оборудования	способен описать, систематизировать, оценить и публично представить результаты проекта
	умеет (продвинутый)	работать с научной информацией, государственными стандартами, техническими регламентами и ЕС КД с применением современных ИТ	умение синтезировать научную литературу и технические регламенты в разрабатываемом проекте с использованием ИТ технологий	способен обосновать необходимость проекта на основании литературного обзора и конструкторской документации
	владеет (высокий)	навыками составления рабочей конструкторской	владение навыками составления пояснительной записки,	способен в соответствии с государственными стандартами составлять проектную и рабочую

		документации в рамках проекта	технического регламента, сборочного чертежа, спецификации	конструкторскую документацию
ПК-26 Способность проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива	знает (пороговый уровень)	принципиальные основы организации проектирования по стадиям и выполнения проектно-технологических работ для химической промышленности	знание принципов выбора оптимальной технологии процесса и этапы составления принципиальной технологической схемы	способен обосновать выбор технологии производства, а также подобрать основное и вспомогательное оборудование
	умеет (продвинутый)	работать с пакетами программного обеспечения, направленного на проектирование и управление химико-технологическим комплексом или оборудованием	умение работать с пакетами программного обеспечения AutoCaD, AvtoLips Excel	способен обобщать и анализировать результаты, полученные на программном обеспечении, увидеть главное и сделать выводы.
	владеет (высокий)	навыками технологического проектирования с использованием автоматизированных систем проектирования (САПР) для определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования	владение навыками определения оптимального и рационального режимов работы основного и вспомогательного оборудования	способен адаптировать систему управления технологическим процессом в рамках проектируемого объекта.

## **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

### **Вопросы для подготовки к экзамену по дисциплине "Проектирование химических производств и оборудования"**

1. Факторы, влияющие на выбор района размещения предприятия
2. Технико-экономическое обоснование и технико-экономический расчет проекта.
3. Разработка рабочей конструкторской документации
4. Разработка ситуационного и генерального планов
5. Промышленные здания (основные типы и размещение)
6. Компонировка производства
7. Термодинамическое совершенство технологических процессов
8. Разработка принципиальной технологической схемы
9. Химические реакторы. Классификация, принцип работы
10. Требования к эксплуатации основного оборудования
11. Основные требования, предъявляемые к вновь разрабатываемым конструкциям машин и аппаратов химических производств
12. Характеристики, влияющие на выбор перемешивающие устройства
13. Материалы. Классификация. Стали и чугуны, материалы неорганического и органического происхождения
14. Коррозия и способы борьбы с ней
15. Испытания аппаратов на прочность и герметичность
16. Основные расчетные параметры для расчета элементов аппарата на прочность
17. Расчет на механическую прочность
18. Предохранительная арматура
19. Уплотнения валов аппаратов
20. Себестоимость продукции Планирование прибыли химического производства

## **Оценочные средства для текущего контроля**

### **Вопросы для собеседования по дисциплине "Проектирование химических производств и оборудования"**

#### **Раздел 1. Организация научно-исследовательской работы в области химической технологии**

1. На основании каких условий осуществляется выбор района размещения предприятия?
2. Какие вопросы в проекте решает генеральный план химического предприятия?
3. Перечислите инженерные сооружения предприятия?

4. Перечислите виды конструкторских документов?
5. Что такое технико-экономическое обоснование проекта и на основании каких исходных положений оно составляется?

## **Раздел 2. Основы проектирования химического предприятия и оборудования**

1. Этапы составления принципиальной технологической схемы?
2. Что значит термодинамическое совершенство технологии?
3. Выбор реактора в зависимости от типа химической реакции?
4. Поддержание оптимального температурного режима в реакторе?
5. Требования к конструкционным материалам в машиностроении?

## **Раздел III. Расчеты аппаратов на прочность**

1. Как называется давление, при котором производятся гидравлические испытания?
2. Основные расчетные параметры для выбора конструкционного материала?
3. Классификация крышек и днищ?
4. Способы крепления трубопровода?
5. Поддержание герметичности при креплении трубопровода и аппарата?

## **Раздел IV. Основы безопасной эксплуатации технологического оборудования химических производств**

1. Оцените надежность сальникового и торцевого уплотнения?
2. Перечислите известную Вам запорную арматуру?
3. Виды предохранительных устройств?
4. Принцип действия пружинного клапана?
5. Классификация предохранительных мембран по характеру разрушения?

## **Раздел V. Экономика предприятия химической промышленности**

1. Какие затраты учитываются в себестоимости продукции?
2. Факторы, влияющие на повышение цены?
3. Основные показатели безубыточности работы предприятия?
4. Как определить точку безубыточности?
5. Оценка эффективности предприятия?

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

### **Критерии оценки устного ответа**

5 баллов (отлично), выставляется студенту, если студент при ответе на вопрос билета точно определил его содержание и составляющие; ответ характеризуется смысловой целостностью, связностью и последовательностью изложения; приведены литературные данные, статистические сведения; студент владеет навыком представления и анализа

информации; фактических ошибок, связанных с пониманием и раскрытием ответа нет.

4 балла (хорошо) выставляется, если студент при ответе на вопрос билета достаточно точно определил его содержание и составляющие; ответ характеризуется смысловой целостностью, связностью и последовательностью изложения; допущены незначительные ошибки при объяснении содержания ответа; студент владеет навыком представления и анализа информации; фактических ошибок, связанных с пониманием и раскрытием ответа нет.

3 балла (удовлетворительно) выставляется, если студент при ответе на вопрос билета определил основное его содержание и составляющие; понимает базовые теоретические основы; допущены незначительные ошибки при объяснении содержания ответа; студент показывает недостаточное обладание навыком представления и анализа информации; имеются незначительные фактические ошибки, связанные с пониманием и раскрытием ответа.

2-1 балл (неудовлетворительно) выставляется, если используется для ответа на вопрос информация без понимания и анализа, отсутствует понимание содержания вопроса; отсутствует логическая последовательность в структуре ответа; ответ не получен.