

ТМ03/Бам/ТОХИП - Б.В.Д.В.Б.1 - 03/05/2018

Минобрнауки России  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Нижегородский государственный технический университет  
имени Р.Е. Алексеева

Дзержинский политехнический институт (филиал)

Кафедра «Технология и оборудование химических и пищевых производств»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

О.А. Казанцев

2018 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины

Машины и аппараты предприятий основной химии

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

код и название направления

Направленность (профиль)

Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств

Уровень образования

бакалавриат

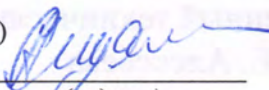
Форма обучения

заочная

Дзержинск, 2018

Составитель рабочей программы дисциплины

профессор, д.т.н., доцент  
(должность, ученая степень, звание)

  
(подпись)

/ А.А.Сидягин /  
(Ф. И. О.)

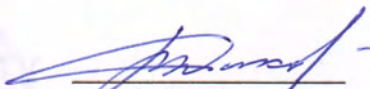
Рабочая программа принята на заседании кафедры ТОХПП

« 03 » 05 2018 г.

Протокол заседания № 69

Заведующий кафедрой

« 03 » 05 2018 г.

  
(подпись)

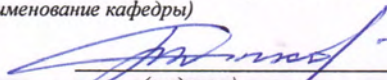
/ В.А. Диков /  
(Ф. И. О.)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой

Технология и оборудование химических и пищевых производств

(наименование кафедры)

  
(подпись)

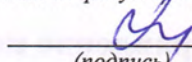
В.А. Диков

(расшифровка подписи)

Декан факультета

Инженерно-технологический

(наименование факультета)

  
(подпись)

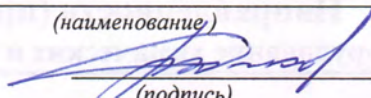
Г.В.Пастухова

(расшифровка подписи)

Председатель методической комиссии по профилю подготовки

Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств

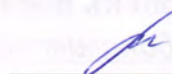
(наименование)

  
(подпись)

В.А. Диков

(расшифровка подписи)

Заместитель начальника отдела УМБО

  
(подпись)

Е.Г. Воробьева-Дурнакина

(расшифровка подписи)

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Наименование дисциплины .....	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников) .....	5
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы бакалавриата .....	7
4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....	10
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий .....	10
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	17
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	23
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	41
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	44
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	47
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения информационных справочных систем (при необходимости) .....	47
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	48

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### 1. Наименование дисциплины

Дисциплина Б1.В.ДВ.5.1 «Машины и аппараты предприятий основной химии» – это дисциплина по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», уровень образования – бакалавриат.

Профильными для данной дисциплины являются виды профессиональной деятельности:

- производственно-технологическая;
- проектно-конструкторская.

Данная дисциплина готовит к решению следующих задач профессиональной деятельности:

- организация рабочих мест, их техническое оснащение с размещением технологического оборудования;
  - обслуживание технологического оборудования для реализации производственных процессов;
  - участие в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции;
  - наладка, настройка, регулирование и опытная проверка технологического оборудования и программных средств;
  - проверка технического состояния и остаточного ресурса технологического оборудования, организация профилактических осмотров и текущего ремонта;
  - приёмка и освоение вводимого оборудования;
  - составление инструкций по эксплуатации оборудования и программ испытаний;
  - расчёт и проектирование деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования;
  - разработка рабочей проектной и технической документации, оформление законченных проектно-конструкторских работ;
  - проведение контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;
  - проведение предварительного технико-экономического обоснования проектных решений.
- Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоившими данную дисциплину, являются:
- технологические машины и оборудование различных комплексов;
  - производственные технологические процессы, их разработка и освоение новых технологий;
  - средства испытаний и контроля качества технологических машин и оборудования.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

### 2.1. Учебная дисциплина обеспечивает:

– формирование **части** компетенции ПК-6 (способность разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам) – на продвинутом уровне;

– формирование **части** компетенции ПК-11 (способность проектировать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умение осваивать вводимое оборудование) – на продвинутом уровне;

– формирование **части** компетенции ПСК-2 (способность участвовать в работах по расчетам и проектированию нового и модернизируемого технологического оборудования химических и нефтехимических производств) – на продвинутом уровне.

Признаки и уровни освоения компетенций приведены в табл. 2.1.

**Таблица 2.1 – Признаки и уровни освоения компетенций**

Код	Содержание компетенции	Формулировка дисциплинарной части компетенции	Уровень, формирования компетенций и признаки их проявления
ПК-6	Способность разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	Способность разбираться в составе и содержании стандартов и нормативных документов при разработке оборудования химических предприятий; разрабатывать проектную и техническую документацию в составе чертежей и пояснительных записок; проверять соответствие исполнения проектов требованиям стандартов, технических условий и других нормативных документов.	Уровень – продвинутый. Формируется частично в составе дисциплин (табл. 3.1). Итоговый контроль сформированности компетенции ПК-6 осуществляется в ходе государственной итоговой аттестации – подготовки и защиты выпускной квалификационной работы
ПК-11	Способность проектировать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование	Способность понимать конструкцию и принцип работы машин и аппаратов, размещать технологическое оборудование на рабочих площадках в соответствии с требованиями строительных и санитарных правил и норм, осуществления поиска новых технических решений при разработке технологического оборудования с использованием информационных систем.	Уровень – продвинутый. Формируется частично в составе дисциплин (табл. 3.1). Итоговый контроль сформированности компетенции ПК-11 осуществляется в ходе государственной итоговой аттестации – подготовки и защиты выпускной квалификационной работы

*Продолжение табл.2.1*

Код	Содержание компетенции	Формулировка дисциплинарной части компетенции	Уровень, формирования компетенций и признаки их проявления
ПСК-2	Способность участвовать в работах по расчетам и проектированию нового и модернизируемого технологического оборудования химических и нефтехимических производств	Способность выполнять технологические расчёты основного и вспомогательного оборудования химических и нефтехимических производств, осваивать установленное оборудование, устранять неполадки в его работе, понимать принципы повышения интенсивности и эффективности при проектировании нового и модернизации действующего оборудования химических и нефтехимических производств.	Уровень – продвинутый. Формируется частично в составе дисциплин (табл. 3.1). Итоговый контроль сформированности компетенции ПСК-2 осуществляется в ходе государственной итоговой аттестации – подготовки и защиты выпускной квалификационной работы.

**2.2. В результате изучения дисциплины бакалавр должен овладеть следующими знаниями, умениями и навыками в рамках формируемых компетенций (табл. 2.2):**

**Таблица 2.2 – Планируемые результаты обучения**

Уровень освоения компетенции	Описание признаков проявления компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)		
		Знать	Уметь	Владеть
<b>Компетенция ПК-6</b>				
Продвинутый	Способность разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	состав и структуру технической документации, стандарты и нормативные документы по разработке проектно-конструкторской документации разрабатываемого оборудования;	разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять технические разработки в виде чертежей, пояснительных записок и иной проектной документации с проверкой соответствия её требованиям стандартов, технических условий и других нормативных документов;	навыками разработки проектной и технической документации с учетом требований стандартов, технических условий и других нормативных документов.
<b>Компетенция ПК-11</b>				
Продвинутый	Способность проектировать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование	нормы и правила размещения технологического оборудования, конструкции машин и аппаратов и принципов их работы, необходимые для освоения оборудования;	проектировать рабочие места и размещать проектируемое оборудование в соответствии с требованиями санитарных и строительных норм;	методами поиска технических решений при разработке нового технологического оборудования с использованием поисковых информационных систем.

*Продолжение табл.2.2*

Уровень освоения компетенции	Описание признаков проявления компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)		
		Знать	Уметь	Владеть
<b>Компетенция ПСК-2</b>				
Продвинутый	Способность участвовать в работах по расчетам и проектированию нового и модернизируемого технологического оборудования химических и нефтехимических производств	методы поиска технических решений при разработке нового технологического оборудования с использованием поисковых информационных систем.	осваивать установленное оборудование, регулировать его рабочие параметры и устранять неполадки в работе	принципами интенсификации и повышения эффективности при модернизации действующего или разработке нового технологического оборудования химических и нефтехимических производств

При наличии лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается особый порядок усвоения дисциплины, предусматривающий возможность достижения ими планируемых результатов обучения с учётом состояния здоровья и имеющихся заболеваний.

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы бакалавриата

**3.1. Дисциплина (модуль) реализуется** в рамках вариативной части Блока Б1.В.ДВ5.1.

**3.2. Дисциплина (модуль) изучается** на 4, 5 курсах в 8, 9 семестрах.

**3.3. Требования к входным знаниям, умениям, владения студента.**

Для освоения дисциплины Б1.В.ДВ5.1 «Машины и аппараты предприятий основной химии» студент должен:

**Знать:** основные понятия математики, законы сохранения материи и энергии, основные законы гидродинамики, тепло-и массообмена, процессы, происходящие в машинах и аппаратах, виды конструкторской документации, базовую графику, основные принципы информационных технологий, объекты технической механики, основы прочностного расчёта элементов оборудования.

**Уметь:** составлять и решать материальные и тепловые балансы, выполнять кинетические расчёты процессов, происходящих в машинах и аппаратах, составлять математические модели процессов и работать с ними на компьютере, выполнять прочностные расчёты элементов оборудования, выполнять чертежи машин и аппаратов с использованием компьютерной графики.

**Владеть:** основными понятиями математики, аппаратом интегрально-дифференциального исчисления и численными методами решения задач на компьютере, элементами информационной технологии, позволяющими хранить, обрабатывать и представлять информацию, языками программирования, теоретическими основами конструирования деталей машин и методами их прочностных расчётов, основами проектирования и строительного дела, основами эргономики и дизайна.

Этапы формирования компетенций и ожидаемые результаты обучения, определяющие уровень сформированности компетенций, указаны в табл. 3.1, 3.2.

**Таблица 3.1 – Дисциплины, участвующие в формировании компетенций вместе с дисциплиной Б1.В.ДВ5.1 «Машины и аппараты предприятий основной химии»**

Код компетенции	Названия учебных дисциплин, модулей, практик участвующих в формировании компетенций, вместе с данной дисциплиной	Курсы / семестры обучения				
		1 курс	2 курс	3 курс	4 курс	5 курс
ПК-6	Основы проектирования				+	
	<b>Машины и аппараты предприятий основной химии</b>				+	+
	Машины и аппараты нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств				+	+
	Специальное оборудование предприятий химии и переработки пластмасс					+
	Специальное оборудование предприятий нефтехимии и нефтепереработки					+
	Подготовка и защита ВКР					+
ПК-11	Основы проектирования				+	
	<b>Машины и аппараты предприятий основной химии</b>				+	+
	Машины и аппараты нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств				+	+
	Специальное оборудование предприятий химии и переработки пластмасс					+
	Специальное оборудование предприятий нефтехимии и нефтепереработки					+
	Основы строительного дела					+
	Подготовка и защита ВКР					+
ПСК-2	Процессы и аппараты химической технологии			+	+	
	Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли				+	
	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности			+		
	<b>Машины и аппараты предприятий основной химии</b>				+	+
	Машины и аппараты нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств				+	+
	Специальное оборудование предприятий химии и переработки пластмасс					+
	Специальное оборудование предприятий нефтехимии и нефтепереработки					+
	Современные информационные технологии в проектировании					+
	Основы эргономики и дизайна					+
	Подготовка и защита ВКР					+



**Таблица 3.2 – Этапы формирования компетенций вместе с дисциплиной Б1.В.ДВ5.1 «Машины и аппараты предприятий основной химии»**

Код	Наименование компетенции	Начальный этап (пороговый уровень)	Основной этап (углубленный уровень)	Завершающий этап (продвинутый уровень)
		Наименования дисциплин		
ПК-6	Способность разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разработываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам		1. Основы проектирования	1. <b>Машины и аппараты предприятий основной химии</b> ; 2. Машины и аппараты нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств 3. Специальное оборудование предприятий химии и переработки пластмасс; 4. Специальное оборудование предприятий нефтехимии и нефтепереработки 5. Подготовка и защита ВКР
ПК-11	Способность проектировать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование		1. Основы проектирования; 2. Основы строительного дела	1. <b>Машины и аппараты предприятий основной химии</b> ; 2. Машины и аппараты нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств 3. Специальное оборудование предприятий химии и переработки пластмасс; 4. Специальное оборудование предприятий нефтехимии и нефтепереработки 5. Подготовка и защита ВКР
ПСК-2	Способность участвовать в работах по расчетам и проектированию нового и модернизируемого технологического оборудования химических и нефтехимических производств		1. Процессы и аппараты химической технологии; 2. Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли; 3. Современные информационные технологии в проектировании; 4. Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	1. <b>Машины и аппараты предприятий основной химии</b> ; 2. Машины и аппараты нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств 3. Специальное оборудование предприятий химии и переработки пластмасс; 4. Специальное оборудование предприятий нефтехимии и нефтепереработки 5. Основы эргономики и дизайна; 6. Подготовка и защита ВКР

#### 4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Объем дисциплины (общая трудоемкость) составляет 13 зачетных единиц (з.е), 468 академических часов, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 90 часов, самостоятельная работа обучающихся 360 часов.

Структура дисциплины приведена в табл.4.1.

**Таблица 4.1 – Структура дисциплины**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		4 курс	5 курс
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:</b>	90	43	47
<b>1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	78	38	40
- лекции (Л)	38	18	20
- лабораторные работы (ЛР)	16	8	8
- практические занятия (ПЗ)	24	12	12
- практикумы (П)	-	-	-
<b>1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	12	5	7
- групповые консультации по дисциплине	4	2	2
- групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)	4	2	2
- индивидуальная работа преподавателя с обучающимся, в том числе:			
- по проектированию курсового проекта	3	-	3
- по выполнению РГР	-	-	-
- по выполнению КР	1	1	-
- по составлению реферата, доклада, эссе	-	-	-
<b>2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)</b>	360	164	196
<b>Вид промежуточной аттестации: экзамен</b>	18	Экзамен/9	Экзамен/9
<b>Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы</b>	468 / 13	216 / 6	252 / 7

#### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины приведено в табл. 5.1.

Тематическое содержание разделов дисциплины с перечислением содержащихся в них дидактических единиц приведено в табл. 5.2.

Темы практических занятий приведены в табл. 5.3, темы лабораторных работ – в табл. 5.4, виды самостоятельной работы – в табл. 5.5.

**Таблица 5.1 - Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины в 8 и 9 семестрах**

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий и их трудоемкость, часы						
		Всего часов (без экзамена)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Внеаудиторная контактная работа	СРС	Формируемые компетенции ПК, ПСК
1	Основы разработки машин и аппаратов предприятий основной химии	7	1	-	-	-	6	ПК-6
2	Машины для механических процессов с твердыми материалами	61	5	2	3	1	50	ПК-6, ПК-11
3	Оборудование для гидромеханических процессов	71	6	6	3	2	54	ПК-6, ПК-11, ПСК-2
4	Оборудование для тепловых процессов	68	6	4	2	2	54	ПК-6, ПК-11, ПСК-2
5	Выпарные и кристаллизационные аппараты	55	4	2	-	1	48	ПК-6, ПК-11, ПСК-2
6	Массообменные аппараты	66	6	4	4	2	50	ПК-6, ПК-11, ПСК-2
7	Тепломассообменные аппараты	58	4	2	2	2	48	ПК-6, ПК-11, ПСК-2
8	Химические реакторы и печи	64	6	4	2	2	50	ПК-6, ПК-11, ПСК-2
Итого		450	38	24	16	12	360	ПК-6, ПК-11, ПСК-2

**Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплины (по лекциям)**

№ раздела	Наименование раздела	Код компетенции	Содержание темы (наименование темы, перечисление дидактических единиц)	Трудоемкость (час.)	Технология оценивания
1	Основы разработки машин и аппаратов	ПК-6	Тема 1.1. Общие положения и понятия	1	Т

Продолжение табл. 5.2

№ раздела	Наименование раздела	Код компетенции	Содержание темы (наименование темы, перечисление дидактических единиц)	Трудоемкость (час.)	Технология оценивания
2	Машины для механических процессов с твердыми материалами	ПК-6, ПК-11	Тема 2.1. Машины для классификации сыпучих материалов	1	Т КПЗ
			Тема 2.2. Машины для измельчения твердых материалов	2	
			Тема 2.3. Машины для смешения и питания сыпучих и пастообразных материалов.	2	
3	Оборудование для гидромеханических процессов	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Тема 3.1. Оборудование для разделения жидких неоднородных систем	3	Т КПЗ
			Тема 3.2. Оборудование для разделения газовых неоднородных систем	3	
4	Оборудование для тепловых процессов	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Тема 4.1. Рекуперативные теплообменные аппараты Тема 4.2. Смесительные теплообменные аппараты Тема 4.3. Регенеративные теплообменные аппараты	5 0,5 0,5	Т КПЗ
5	Выпарные и кристаллизационные аппараты	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Тема 5.1. Выпарные аппараты Тема 5.2. Кристаллизаторы	2 2	Т КПЗ
6	Массообменные аппараты	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Тема 6.1. Колонные аппараты для массообменных процессов в системах газ (пар) – жидкость.	4	Т КПЗ
			Тема 6.2. Экстракционные аппараты	1	
			Тема 6.3. Аппараты для процессов адсорбции	1	
7	Тепломассообменные аппараты	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Тема 7.1. Сушильные аппараты с неподвижным слоем высушиваемого материала	1	Т КПЗ
			Тема 7.2. Сушильные аппараты с механически перемешиваемым слоем материала	1,5	
			Тема 7.3. Сушильные аппараты с взвешенным слоем материала	1,5	
8	Химические реакторы и печи	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Тема 8.1. Характеристика химических процессов	1	Т КПЗ
			Тема 8.2. Реакторы для химических реакций в жидкой среде.	1	
			Тема 8.3. Реакторы для химических реакций в системе газ-жидкость	1	
			Тема 8.4. Реакции для химических реакций в газовой фазе	1,5	
			Тема 8.5. Реакторы для химических реакций между газом и твердым веществом.	1,5	
Итого				38	
Примечания: Т – тестирование; КПЗ – контроль практических заданий					

**Таблица 5.3 – Темы практических занятий**

№ раздела	Наименование раздела	Код компетенции	Темы практических занятий	Трудоемкость (час.)	Технология оценивания
2	Машины для механических процессов с твердыми материалами	ПК-6, ПК-11	Тема 2.2. Машины для измельчения твердых материалов	2	Т КПЗ
3	Оборудование для гидромеханических процессов	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Тема 3.1. Фильтры периодического действия Тема 3.1. Отстойники Тема 3.2. Скрубберы Вентури	2 2 2	Т КПЗ
4	Оборудование для тепловых процессов	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Тема 4.1. Кожухотрубчатые теплообменные аппараты Тема 4.1. Аппараты воздушного охлаждения	4	Т КПЗ
5	Выпарные и кристаллизационные аппараты	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Тема 5.1. Выпарные трубчатые аппараты	2	Т КПЗ
6	Массообменные аппараты	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Тема 6.1. Тарельчатые ректификационные колонны	4	Т КПЗ
7	Тепломассообменные аппараты	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Тема 7.3. Сушилки кипящего слоя	2	Т КПЗ
8	Химические реакторы и печи	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Тема 8.2. Перемешивающие устройства ёмкостных аппаратов Тема 8.2. Реактор-котёл для жидкостных химических реакций непрерывного действия	2 2	Т КПЗ
Итого				24	
Примечание: Т – тестирование; КПЗ – контроль практических заданий					

**Таблица 5.4 – Темы лабораторных работ**

№ раздела	Наименование раздела	Код компетенции	Темы лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Технология оценивания
2	Машины для механических процессов с твердыми материалами	ПК-6, ПК-11	Тема 2.2. Изучение работы щековой дробилки Тема 2.3. Изучение работы винтового питателя	1,5 1,5	Т ОЛР
3	Оборудование для гидромеханических процессов	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Тема 3.1. Изучение работы напорного гидrocиклона Тема 3.2. Изучение работы циклонного пылеуловителя	1,5 1,5	Т ОЛР
4	Оборудование для тепловых процессов	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Тема 4.1. Изучение работы теплообменного аппарата пленочного типа	2	Т ОЛР

№ раздела	Наименование раздела	Код компетенции	Темы лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Технология оценивания
6	Массообменные аппараты	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Тема 6.1. Изучение работы насадочной колонны	2	Т ОЛР
			Тема 6.1. Изучение работы тарельчатой колонны	2	
7	Тепломассообменные аппараты	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Тема 7.3. Изучение работы аппарата с псевдоожиженным слоем твердого материала	2	Т ОЛР
8	Химические реакторы и печи	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Тема 8.2. Изучение работы емкостного смешительного аппарата с механическими мешалками	2	Т ОЛР
Итого				12	
Примечания: Т – тестирование; ОЛР – отчет о лабораторной работе					

*Примечания:* 1. Лабораторные занятия проводятся с половиной группы, бригадами по два-четыре студента. Допуск к занятиям после инструктажа и устного опроса. Отчеты представляются студентом на следующем занятии по установленной форме и принимаются преподавателем устным опросом.

2. Количество и виды лабораторных работ выбираются преподавателем, исходя из наличия свободных лабораторных установок и распределения трудоемкости по 8 часов в 8 семестре и 9 семестре.

**Таблица 5.5 - Самостоятельная работа студентов**

№ раздела	Наименование темы	Код компетенции	Виды самостоятельной работы (детализация видов самостоятельной работы)	Трудоемкость, час	Технология оценивания
1	Тема 1.1. Общие положения и понятия	ПК-6	Чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу.	6	Т
2	Тема 2.1. Машины для классификации сыпучих материалов	ПК-6, ПК-11	Чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу. Изучение методических указаний. Работа над ошибками при выполнении практических заданий. Оформление отчетов по лабораторным работам.	18	Т КПЗ ОЛР
	Тема 2.2. Машины для измельчения твердых материалов	ПК-6, ПК-11	Чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу. Изучение методических указаний. Работа над ошибками при выполнении практических заданий. Оформление отчетов по лабораторным работам.	18	Т КПЗ ОЛР
	Тема 2.3. Машины для смешения и питания сыпучих и пастообразных материалов.	ПК-6, ПК-11	Чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу. Изучение методических указаний. Оформление отчетов по лабораторным работам.	14	Т ОЛР

№ раз-дела	Наименование темы	Код компетенции	Виды самостоятельной работы (детализация видов самостоятельной работы)	Трудоёмкость, час	Технология оценивания
3	Тема 3.1. Оборудование для разделения жидких неоднородных систем	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу. Изучение методических указаний. Работа над ошибками при выполнении практических заданий. Оформление отчетов по лабораторным работам.	28	Т КПЗ ОЛР
	Тема 3.2. Оборудование для разделения газовых неоднородных систем	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу. Изучение методических указаний. Работа над ошибками при выполнении практических заданий. Оформление отчетов по лабораторным работам.	26	Т КПЗ ОЛР
4	Тема 4.1. Рекуперативные теплообменные аппараты	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу. Изучение методических указаний. Работа над ошибками при выполнении практических заданий. Оформление отчетов по лабораторным работам.	26	Т КПЗ ОЛР
	Тема 4.2. Смесительные теплообменные аппараты	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу. Изучение методических указаний.	14	Т КПЗ
	Тема 4.3. Регенеративные теплообменные аппараты	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу. Изучение методических указаний.	14	Т КПЗ
5	Тема 5.1. Выпарные аппараты	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу. Изучение методических указаний. Работа над ошибками при выполнении практических заданий.	24	Т КПЗ
	Тема 5.2. Кристаллизаторы	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу. Изучение методических указаний. Работа над ошибками при выполнении практических заданий.	24	Т КПЗ
6	Тема 6.1. Колонные аппараты для массообменных процессов в системах газ (пар) – жидкость.	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу. Изучение методических указаний. Работа над ошибками при выполнении практических заданий. Оформление отчетов по лабораторным работам.	26	Т КПЗ ОЛР
	Тема 6.2. Экстракционные аппараты	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу. Изучение методических указаний. Оформление отчетов по лабораторным работам.	12	Т ОЛР
	Тема 6.3. Аппараты для процессов адсорбции	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу. Изучение методических указаний. Оформление отчетов по лабораторным работам.	12	Т ОЛР

№ раздела	Наименование темы	Код компетенции	Виды самостоятельной работы (детализация видов самостоятельной работы)	Трудоемкость, час	Технология оценивания
7	Тема 7.1. Сушильные аппараты с неподвижным слоем высушиваемого материала	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу. Изучение методических указаний. Работа над ошибками при выполнении практических заданий.	14	Т КПЗ
	Тема 7.2. Сушильные аппараты с механически перемешиваемым слоем материала	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу. Изучение методических указаний. Работа над ошибками при выполнении практических заданий.	14	Т КПЗ
	Тема 7.3. Сушильные аппараты с взвешенным слоем материала	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу. Изучение методических указаний. Работа над ошибками при выполнении практических заданий. Оформление отчетов по лабораторным работам.	20	Т КПЗ ОЛР
8	Тема 8.1. Характеристика химических процессов	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу. Изучение методических указаний.	6	Т
	Тема 8.2. Реакторы для химических реакций в жидкой среде.	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу. Изучение методических указаний. Работа над ошибками при выполнении практических заданий. Оформление отчетов по лабораторным работам.	16	Т КПЗ ОЛР
	Тема 8.3. Реакторы для химических реакций в системе газ-жидкость	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу. Изучение методических указаний. Оформление отчетов по лабораторным работам.	16	Т ОЛР
	Тема 8.4. Реакторы для химических реакций в газовой фазе	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу. Изучение методических указаний.	6	Т
	Тема 8.5. Реакторы для химических реакций между газом и твердым веществом.	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	Чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу. Изучение методических указаний.	6	Т
Итого				360	
Примечания: Т – тестирование; КПЗ – контроль практических заданий; ОЛР – отчет о лабораторной работе					

## 5.2. Примерная тематика рефератов (докладов, эссе)

Написание рефератов учебным планом не предусмотрено.

## 5.3. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

1. Расчет и конструирование вибрационного грохота.
2. Расчет и конструирование шаровой барабанной мельницы.



3. Расчет и конструирование отстойной центрифуги с шнековой выгрузкой осадка.
4. Расчет и конструирование горизонтальной фильтрующей центрифуги.
5. Расчет и конструирование барабанного вакуумного фильтра.
6. Расчет и конструирование кожухотрубчатого теплообменника.
7. Расчет и конструирование аппарата воздушного охлаждения.
8. Расчет и конструирование трубчатого выпарного аппарата.
9. Расчет и конструирование абсорбционной колонны.
10. Расчет и конструирование ректификационной колонны.
11. Расчет и конструирование экстракционной насадочной колонны.
12. Расчет и конструирование кристаллизатора с псевдоожиженным слоем кристаллов.
13. Расчет и конструирование барабанной сушилки.
14. Расчет и конструирование сушилки кипящего слоя.
15. Расчет и конструирование распылительной сушилки.
16. Расчет и конструирование реактора-котла непрерывного действия.
17. Расчет и конструирование реактора-котла периодического действия.
18. Расчет и конструирование каскадного реактора.
19. Расчет и конструирование барботажного реактора для реакции между газообразным и жидким реагентами.
20. Расчет и конструирование барабанной вращающейся химической печи для реакции между газообразным и твердым реагентами.

*Примечание:* Тема курсового проекта по согласованию с руководителем может быть сформулирована по результатам производственной практики студента.

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов, обучающихся по дисциплине

6.1. Темы и содержание учебных занятий в форме самостоятельной работы представлены в табл. 6.1.

**Таблица 6.1. - Темы и содержание учебных занятий в форме самостоятельной работы**

Раздел	Тема	Содержание занятий	Количество часов
1. Основы разработки машин и аппаратов	Тема 1.1. Общие положения и понятия	1.Чтение учебника: Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для вузов /А.С.Тимонин [и др.]; под общ. ред. А.С.Тимонина. – Калуга: Издательство «Ноосфера», 2017. – гл.1, с.5–32.	6
2. Машины для механических процессов с твердыми материалами	Тема 2.1. Машины для классификации сыпучих материалов	1.Чтение учебника: Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для вузов /А.С.Тимонин [и др.]; под общ. ред. А.С.Тимонина. – Калуга: Издательство «Ноосфера», 2017. – гл.4, с.332–351 2. Чтение учебного пособия: Ульянов В.М. Грохоты: учеб. пособие / В.М. Ульянов; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2011. С.1– 88	18

*Продолжение табл. 6.1*

Раздел	Тема	Содержание занятий	Количество часов
2. Машины для механических процессов с твердыми материалами	Тема 2.2. Машины для измельчения твердых материалов	1. Чтение учебника: Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для вузов /А.С.Тимонин [и др.]; под общ. ред. А.С.Тимонина. – Калуга: Издательство «Ноосфера», 2017. – гд.4, с.228–265 2. Чтение методических указаний: Ульянов В.М. Расчет машин для измельчения материалов: метод указания / В.М.Ульянов.– Н. Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т, 2012.–с.1–54 3. Выполнение практического задания по теме «Машины для измельчения»	18
	Тема 2.3. Машины для смешения и питания сыпучих и пастообразных материалов.	1. Чтение учебника: Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для вузов /А.С.Тимонин [и др.]; под общ. ред. А.С.Тимонина. – Калуга: Издательство «Ноосфера», 2017. – Гл.4., с.265–298	14
3. Оборудование для гидромеханических процессов	Тема 3.1. Оборудование для разделения жидких неоднородных систем	1. Чтение учебника: Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для вузов /А.С.Тимонин [и др.]; под общ. ред. А.С.Тимонина. – Калуга: Издательство «Ноосфера», 2017. – Гл.5., с.354–415 2. Чтение учебного пособия: Технологические расчёты машин и аппаратов химических и нефтеперерабатывающих производств. Примеры и задачи: учеб. пособие / В.М. Ульянов, А.А. Сидягин, В.А. Диков; под ред. В.М. Ульянова; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2015. – Гл.3, 4., с.124–230 3. Выполнение практических заданий по темам «Отстойное оборудование», «Фильтры»	28
	Тема 3.2. Оборудование для разделения газовых неоднородных систем	1. Чтение учебника: Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для вузов /А.С.Тимонин [и др.]; под общ. ред. А.С.Тимонина. – Калуга: Издательство «Ноосфера», 2017. – Гл.5., с.416–471 2. Чтение учебного пособия: Технологические расчёты машин и аппаратов химических и нефтеперерабатывающих производств. Примеры и задачи: учеб. пособие / В.М. Ульянов, А.А. Сидягин, В.А. Диков; под ред. В.М. Ульянова; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2015. – Гл.5, с.231–264 3. Выполнение практического задания по теме «Скрубберы Вентури»	26
4. Оборудование для тепловых процессов	Тема 4.1. Рекуперативные теплообменные аппараты	1. Чтение учебника: Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для вузов /А.С.Тимонин [и др.]; под общ. ред. А.С.Тимонина. – Калуга: Издательство «Ноосфера», 2017. – Гл.6., с.474–509 2. Выполнение практического задания по теме «Теплообменные аппараты»	26

Продолжение табл. 6.1

Раздел	Тема	Содержание занятий	Количество часов
4. Оборудование для тепловых процессов	Тема 4.2. Смесительные теплообменные аппараты	1.Чтение учебного пособия: Гельперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: учеб. пособие в 2-х кн. / Н.И. Гельперин; – М.: Химия, 1981.– 1 кн., с.339–341	14
	Тема 4.3. Регенеративные теплообменные аппараты	1.Чтение учебного пособия: Гельперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: учеб. пособие в 2-х кн. / Н.И. Гельперин; – М.: Химия, 1981.– 1 кн. С.337–339	14
5. Выпарные и кристаллизационные аппараты	Тема 5.1. Выпарные аппараты	1.Чтение учебника: Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для вузов /А.С.Тимонин [и др.]; под общ. ред. А.С.Тимониной. – Калуга: Издательство «Ноосфера», 2017. – Гл.6., с.509–539 2. Чтение учебного пособия: Технологические расчёты машин и аппаратов химических и нефтеперерабатывающих производств. Примеры и задачи: учеб. пособие / В.М. Ульянов, А.А. Сидягин, В.А. Диков; под ред. В.М. Ульянова; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексева. – Н.Новгород, 2015. – Гл.7, с.332–358. 3. Выполнение практического задания по теме «Выпарные аппараты»	24
	Тема 5.2. Кристаллизаторы	1.Чтение учебника: Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для вузов /А.С.Тимонин [и др.]; под общ. ред. А.С.Тимониной. – Калуга: Издательство «Ноосфера», 2017. – Гл.6., с.539–551 2. Чтение учебного пособия: Технологические расчёты машин и аппаратов химических и нефтеперерабатывающих производств. Примеры и задачи: учеб. пособие / В.М. Ульянов, А.А. Сидягин, В.А. Диков; под ред. В.М. Ульянова; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексева. – Н.Новгород, 2015. – Гл.7, с.359–374.	24
6. Массообменные аппараты	Тема 6.1. Колонные аппараты для массообменных процессов в системах газ (пар) – жидкость.	1.Чтение учебника: Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для вузов /А.С.Тимонин [и др.]; под общ. ред. А.С.Тимониной. – Калуга: Издательство «Ноосфера», 2017. – Гл.7., с.556–638 2. Чтение учебного пособия: Технологические расчёты машин и аппаратов химических и нефтеперерабатывающих производств. Примеры и задачи: учеб. пособие / В.М. Ульянов, А.А. Сидягин, В.А. Диков; под ред. В.М. Ульянова; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексева. – Н.Новгород, 2015. – Гл.8, с.375–419 3. Выполнение практического задания по теме «Расчет колонных аппаратов»	26

Продолжение табл. 6.1

Раздел	Тема	Содержание занятий	Количество часов
6. Массообменные аппараты	Тема 6.2. Экстракционные аппараты	1.Чтение учебника: Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для вузов /А.С.Тимонин [и др.]; под общ. ред. А.С.Тимонина. – Калуга: Издательство «Ноосфера», 2017. – Гл.7., с.638–648 2. Чтение методических указаний: Ульянов В.М. Конструкция и расчет экстракционной насадочной колонны: метод. указания / В.М. Ульянов. – Н. Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т, 2011. – 36 с.	12
	Тема 6.3. Аппараты для процессов адсорбции	1.Чтение учебника: Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для вузов /А.С.Тимонин [и др.]; под общ. ред. А.С.Тимонина. – Калуга: Издательство «Ноосфера», 2017. – Гл.7., с.648–660	12
7. Теплообменные аппараты	Тема 7.1. Сушильные аппараты с неподвижным слоем высушиваемого материала	1.Чтение учебника: Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для вузов /А.С.Тимонин [и др.]; под общ. ред. А.С.Тимонина. – Калуга: Издательство «Ноосфера», 2017. – Гл.7., с.688–698 2. Чтение учебного пособия: Технологические расчёты машин и аппаратов химических и нефтеперерабатывающих производств. Примеры и задачи: учеб. пособие / В.М. Ульянов, А.А. Сидягин, В.А. Диков; под ред. В.М. Ульянова; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2015. – Гл.9, с.420–437	14
	Тема 7.2. Сушильные аппараты с механически перемешиваемым слоем материала	1.Чтение учебника: Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для вузов /А.С.Тимонин [и др.]; под общ. ред. А.С.Тимонина. – Калуга: Издательство «Ноосфера», 2017. – Гл.7., с.698–710 2. Чтение учебного пособия: Технологические расчёты машин и аппаратов химических и нефтеперерабатывающих производств. Примеры и задачи: учеб. пособие / В.М. Ульянов, А.А. Сидягин, В.А. Диков; под ред. В.М. Ульянова; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2015. – Гл.9, с.438–450	14
	Тема 7.3. Сушильные аппараты с взвешенным слоем материала	1.Чтение учебника: Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для вузов /А.С.Тимонин [и др.]; под общ. ред. А.С.Тимонина. – Калуга: Издательство «Ноосфера», 2017. – Гл.7., с.710–731 2. Чтение учебного пособия: Технологические расчёты машин и аппаратов химических и нефтеперерабатывающих производств. Примеры и задачи: учеб. пособие / В.М. Ульянов, А.А. Сидягин, В.А. Диков; под ред. В.М. Ульянова; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2015. – Гл.9, с.451–491 3. Выполнение практического задания по теме «Сушилка кипящего слоя»	20

Продолжение табл. 6.1

Раздел	Тема	Содержание занятий	Количество часов
8. Химические реакторы и печи	Тема 8.1. Характеристика химических процессов	1.Чтение учебника: Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для вузов /А.С.Тимонин [и др.]; под общ. ред. А.С.Тимонина. – Калуга: Издательство «Ноосфера», 2017. – Гл.8., с.733–743	6
	Тема 8.2. Реакторы для химических реакций в жидкой среде	1.Чтение учебника: Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для вузов /А.С.Тимонин [и др.]; под общ. ред. А.С.Тимонина. – Калуга: Издательство «Ноосфера», 2017. – Гл.8., с.743–771 2. Чтение учебного пособия: Технологические расчёты машин и аппаратов химических и нефтеперерабатывающих производств. Примеры и задачи: учеб. пособие / В.М. Ульянов, А.А. Сидягин, В.А. Диков; под ред. В.М. Ульянова; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2015. – Гл.10, с.492–542 3. Выполнение практического задания по теме «Реактор-котёл непрерывного действия»	16
	Тема 8.3. Реакторы для химических реакций в системе газ-жидкость	1.Чтение учебника: Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для вузов /А.С.Тимонин [и др.]; под общ. ред. А.С.Тимонина. – Калуга: Издательство «Ноосфера», 2017. – Гл.8., с.771–790	16
	Тема 8.4. Реакторы для химических реакций в газовой фазе	1.Чтение учебника: Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для вузов /А.С.Тимонин [и др.]; под общ. ред. А.С.Тимонина. – Калуга: Издательство «Ноосфера», 2017. – Гл.8., с.790–805	6
	Тема 8.5. Реакторы для химических реакций между газом и твёрдым веществом	1.Чтение учебника: Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для вузов /А.С.Тимонин [и др.]; под общ. ред. А.С.Тимонина. – Калуга: Издательство «Ноосфера», 2017. – Гл.8., с.806–835	6

## 6.2. Список литературы для самостоятельной работы

Список литературы для самостоятельной работы представлен в табл. 6.2.

Таблица 6.2. – Список литературы для самостоятельной работы

№ п/п	Наименование источника
1	Ульянов В.М. Грохоты: учеб. пособие / В.М. Ульянов; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2011. – 88 с.
2	Ульянов В.М. Расчет машин для измельчения материалов: метод указания / В.М.Ульянов.– Н. Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т, 2012.–54 с.
3	Ульянов В.М. Конструкции и расчёт смесителей для сыпучих материалов: метод. указания к выполнению расчётных работ по курсу «Машины и аппараты предприятий основной химии» для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 15.03.02 / В.М. Ульянов – НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород. 2017. – 34 с.

Продолжение табл. 6.2

№ п/п	Наименование источника
4	Ульянов В.М. Оборудование для отстойного разделения суспензий: учеб пособие / В.М. Ульянов; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2013. – 88 с.
5	Ульянов В.М. Конструкции и расчет фильтров: метод указания / В.М. Ульянов. – Н. Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т, 2015. – 47 с.
6	Ульянов В.М. Конструкции и расчет кожухотрубчатых теплообменных аппаратов: метод. указания / В.М. Ульянов. – Н. Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т, 2014. – 59 с.
7	Сидягин, А.А. Расчёт и проектирование аппаратов воздушного охлаждения: учеб пособие для вузов / А.А. Сидягин, В.М. Косырев. – Н. Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т, 2009. – 150 с.
8	Сидягин А.А. Колонные аппараты для массообменных процессов: учеб. пособие / А.А. Сидягин; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2009. – 102 с.
9	Ульянов В.М. Конструкция и расчет экстракционной насадочной колонны: метод. указания / В.М. Ульянов. – Н. Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т, 2011. – 36 с.
10	Ульянов В.М. Сушильные аппараты: учеб. пособие / В.М. Ульянов; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2006. – 92 с.
11	Ульянов В.М. Химические реакторы и печи: учеб. пособие / В.М. Ульянов; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2006. – 202 с.
12	Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для вузов /А.С.Тимонин [и др.]; под общ. ред. А.С.Тимонина. – Калуга: Издательство «Ноосфера», 2017.
13	Гельперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: учеб. пособие в 2-х кн. / Н.И. Гельперин;– М.: Химия, 1981.– 812 с.
14	Капустин В.М. Основы проектирования нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий: учеб. пособие для вузов / И.М. Капустин. – М.: Химия, 2012. – 440 с.
15	Технологические расчёты машин и аппаратов химических и нефтеперерабатывающих производств. Примеры и задачи: учеб. пособие / В.М. Ульянов, А.А. Сидягин, В.А. Диков; под ред. В.М. Ульянова; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2015. – 633 с.
16	Машины и аппараты химических производств: примеры и задачи / И.В. Доманский [и др.]; под общ. ред. В.Н. Соколова. – Л.: Машиностроение, 1982. – 384 с.
17	Кузнецов, А.А. Расчеты процессов и аппаратов нефтеперерабатывающей промышленности: учеб пособие для вузов / А.А. Кузнецов, С.М. Кагерманов, Е.Н. Судаков. – Л.: Химия, 1974. – 336 с.
18	Машины и аппараты химических производств: лабораторный практикум / А.И. Пронин [и др.]; под ред. В.М. Ульянова. – Н. Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т, 2007. – 196 с.
19	Леонтьева А.И. Оборудование химических производств: Атлас конструкций / А.И. Леонтьева [и др.]. – М.: КолосС, 2009. – 100 с.
20	Курсовое проектирование по дисциплине «Машины и аппараты предприятий основной химии»: метод. указания для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 15.03.02 / В.М. Ульянов, В.А. Диков, А.А Сидягин, В.С. Коновалов. – НГТУ им. Р.Е. Алексеева; Н. Новгород, 2014. – 47 с.

### 6.3. Методическое сопровождение самостоятельной работы

Самостоятельная работа по дисциплине регламентируется следующими разработками:

1. Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплинам кафедры МАХПП/ Сост.: А.В. Степыкин. - Дзержинск, 2013. – 13с.

2. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: [http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_organiz\\_samoct\\_rab.pdf?20](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samoct_rab.pdf?20).

## 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной и текущей аттестации обучающихся по дисциплине

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Этапы формирования компетенций (с указанием дисциплин, формирующих компетенции совместно с изучаемой дисциплиной Б1.В.ДВ5.1 «Машины и аппараты предприятий основной химии») отражены в разделе 3 (табл. 3.1 и 3.2).

Зная этапы формирования компетенций и место дисциплины Б1.В.ДВ5.1 «Машины и аппараты предприятий основной химии» в этой ценностной цепочке, создаём систему оценки уровней сформированности компетенций и результатов обучения по данной дисциплине. Для этого планируем результаты обучения (знать, уметь и владеть) оцениваем, применив определенные критерии оценки, для чего формируем шкалу и процедуры оценивания (табл. 7.1).

Для каждого результата обучения выделяем 4 критерия, соответствующие степени сформированности данной компетенции (или ее части).

Эталонный планируемый результат соответствует критерию 4 (точность, правильность, соответствие).

Критерии 1-3 – показатели «отклонений от «эталона»».

Критерий 2 – минимальный приемлемый уровень сформированности компетенции (или ее части).

**Таблица 7.1. – Шкалы оценивания на этапе промежуточной аттестации по дисциплине**

№ пп	Наименование этапа	Технология Оценивания	Шкала (уровень) оценивания (К – уровень оценивания)				Этапы контроля
			ниже порогового К1	Пороговый К2	Углубленный К3	Продвинутый К4	
1	Усвоение материала дисциплины в 6 семестре	Знаниевая компонента	Отсутствие усвоения, тестовые задания выполнены с ошибками более 50%	Не полное усвоение, тестовые задания выполнены с ошибками более 30%	Хорошее усвоение, тестовые задания выполнены с ошибками не более 10%	Отличное усвоение, тестовые задания выполнены без ошибок	Экзамен, тестирование
		Деятельностная компонента (отчёты по ЛР, задачи на ПЗ)	Невыполнение лабораторных работ и задач на ПЗ	Лабораторные работы выполнены, отчеты о лабораторных работах содержат ошибки, задачи на ПЗ решены не полностью или содержат системные ошибки	Лабораторные работы выполнены, отчеты о лабораторных работах не содержат ошибок, задачи на ПЗ решены в полном объеме, но содержат несистемные ошибки	Лабораторные работы выполнены, отчеты о лабораторных работах не содержат ошибок, задачи на ПЗ решены в полном объеме и не содержат ошибок	

№ пп	Наименование этапа	Технология Оценивания	Шкала (уровень) оценивания (К – уровень оценивания)				Этапы контроля
			ниже порогового К1	Пороговый К2	Углубленный К3	Продвинутый К4	
2	Усвоение материала дисциплины в 7 семестре	Знаниевая компонента	Отсутствие усвоения, тестовые задания выполнены с ошибками более 50%	Не полное усвоение, тестовые задания выполнены с ошибками более 30%	Хорошее усвоение, тестовые задания выполнены с ошибками не более 10%	Отличное усвоение, тестовые задания выполнены без ошибок	Экзамен, тестирование, защита курсового проекта
		Деятельностная компонента (отчёты по ЛР, задания на ПЗ, курсовой проект)	Невыполнение лабораторных работ и задач на ПЗ, грубые ошибки в курсовом проекте и непонимание его сути	Лабораторные работы выполнены, отчеты о лабораторных работах содержат ошибки, задачи на ПЗ решены не полностью или с ошибками, ошибки в курсовом проекте и непонимание некоторых основных его положений	Лабораторные работы выполнены, отчеты о лабораторных работах без ошибок, задачи на ПЗ решены в полном объёме и без системных ошибок в расчётах, в курсовом проекте незначительные ошибки, непонимание некоторых вопросов проектирования	Лабораторные работы выполнены, отчеты о лабораторных работах без ошибок, задачи на ПЗ решены в полном объёме и без ошибок, в курсовом проекте нет ошибок, полное понимание студентом всех положений проекта	

Ниже приведены критерии для определения уровня сформированности компетенций в рамках дисциплины при промежуточной аттестации экзамен:

*Знаниевый компонент* включает в себя планирование знаний на следующих уровнях:

- уровень знакомства с теоретическими основами – У1;
- уровень воспроизведения - У2;
- уровень извлечения новых знаний – У3.

*Деятельностный компонент* (умения и навыки) планируется на следующих уровнях:

- умение выполнять лабораторные задания, оформлять отчеты о лабораторных работах, решать задачи на ПЗ, проводить информационный поиск по теме курсового проекта – У1;
- умение анализировать полученные результаты лабораторных работ и практических задач, анализировать информацию из разных источников по теме курсового проекта – У2;
- умение делать обоснованные выводы на основании полученных результатов лабораторных работ и практических занятий, логически излагать, делать обобщенные выводы и рекомендации по теме курсового проекта – У3.



**7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания (табл. 7.2)**

**Таблица 7.2 – Показатели достижений заданного уровня освоения компетенций в зависимости от этапа формирования**

Планируемые результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения (уровень усвоения)				Процедуры оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоение	4. Отличное усвоение	
<b>Знать ПК-6</b>					
<b>З1</b> – стандарты и нормативные документы по разработке проектной и конструкторской документации	Не знает стандарты и нормативные документы по проектной документации	Знает частично стандарты и нормативные документы по разработке проектов	Знает стандарты, но неполный перечень нормативных документов по разработке оборудования	Знает стандарты и другие нормативные документы по разработке проектной документации	Проверка отчётов о ЛР и ПЗ, защита курсового проекта
<b>З2</b> – состав и структуру технической документации разрабатываемого оборудования	Не знает состав и структуру технической документации на оборудование	Частично знает состав технической документации на оборудование	Знает состав и частично структуру технической документации на оборудование	Знает состав и структуру технической документации оборудования	Проверка отчётов о ЛР и ПЗ, защита курс. проекта
<b>З3</b> – методы поиска нормативно-технической документации, в которой содержатся требования к разрабатываемому оборудованию	Не знает методы поиска нормативно-технической документации	Частично знает методы поиска нормативно-технической документации	Не уверенно знает методы поиска нормативно-технической документации	Хорошо знает методы поиска нормативно-технической документации	Проверка отчётов о ЛР и ПЗ, защита курсового проекта
<b>Уметь ПК-6</b>					
<b>У1</b> – разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять технические разработки в виде чертежей, пояснительных записок и иной проектной документации	Не умеет разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять технические разработки в виде чертежей и проектной документации	Допускает системные ошибки (т.е. с отсутствием понимания) при разработке проектной документации, оформлении чертежей и иной проектной документации	Допускает несистемные ошибки (погрешности) при разработке проектной и технической документации, оформлении чертежей и проектной документации	Умеет разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять технические разработки в виде чертежей и проектной документации	Экзамен, тестирование, проверка отчётов о ЛР и ПЗ, защита курсового проекта

Планируемые результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения (уровень усвоения)				Процедуры оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоение	4. Отличное усвоение	
<b>У2</b> – проверять соответствие разработанной проектной и технической документации требованиям стандартов, технических условий и других нормативных документов	Отсутствует понимание соответствия проектной и технической документации требованиям стандартов, технических условий и других нормативных документов	Допускает системные ошибки при проверке соответствия проектной и технической документации требованиям стандартов, технических условий и других нормативных документов	Допускает несистемные ошибки при проверке соответствия проектной и технической документации требованиям стандартов, технических условий и других нормативных документов	Умеет безошибочно проверять соответствие разработанной проектной и технической документации требованиям стандартов, технических условий и других документов	Экзамен, тестирование, проверка отчётов о ЛР и ПЗ, защита курсового проекта
<b>У3</b> – осуществлять поиск информации, касающейся требований к разрабатываемым конструкциям оборудования	Не умеет осуществлять поиск информации, касающейся требований к разрабатываемым конструкциям оборудования	Частично умеет осуществлять поиск информации, касающейся требований к разрабатываемым конструкциям оборудования	Не уверенно умеет осуществлять поиск информации, касающейся требований к разрабатываемым конструкциям оборудования	Уверенно может осуществлять поиск информации, касающейся требований к разрабатываемым конструкциям оборудования	Экзамен, тестирование, проверка отчётов о ЛР и ПЗ, защита курсового проекта
<b>Знать ПК-11</b>					
<b>З1</b> – нормы и правила размещения технологического оборудования	Не знает нормы и правила размещения оборудования	Допускает системные ошибки при размещении оборудования	Допускает погрешности при размещении оборудования	Знает нормы и правила размещения оборудования	Защита курсового проекта
<b>З2</b> – конструкции машин и аппаратов и принцип их работы, необходимые для освоения оборудования	Не знает конструкции машин и аппаратов, принципы их работы и методов расчёта	Знает конструкции машин и аппаратов, но ошибается в описании методов их расчёта	Знает конструкции машин и аппаратов и принцип их работы с небольшими ошибками в расчётах	Знает и умеет анализировать конструкции машин и аппаратов, принцип их работы и методы расчёта.	Экзамен, проверка отчётов о ЛР и ПЗ, защита курс. проекта
<b>З3</b> – принципы внедрения нового оборудования в производство	Не знает принципы внедрения нового оборудования в производство	Частично знает принципы внедрения нового оборудования в производство	Не уверенно знает принципы внедрения нового оборудования в производство	Знает принципы внедрения нового оборудования в производство	Экзамен, защита курс. проекта

Планируемые результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения (уровень усвоения)				Процедуры оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоение	4. Отличное усвоение	
<b>Уметь ПК-11</b>					
<b>У1</b> – умеет проектировать техническое оснащение рабочих мест	Не умеет проектировать техническое оснащение рабочих мест	Допускает грубые ошибки при проектировании технического оснащения рабочих мест	Не уверенно умеет проектировать техническое оснащение рабочих мест	Умеет проектировать техническое оснащение рабочих мест	Экзамен, тестирование, защита курсового проекта
<b>У2</b> – умеет размещать проектируемое оборудование в соответствии с требованиями санитарных и строительных норм (СНИП)	Не умеет размещать проектируемое оборудование в соответствии с требованиями правил СНИП	Частично умеет размещать проектируемое оборудование в соответствии с требованиями правил СНИП	Не уверенно умеет размещать проектируемое оборудование с небольшими отклонениями от санитарных и строительных норм	Уверенно умеет размещать проектируемое оборудование с небольшими отклонениями от санитарных и строительных норм	Экзамен, тестирование, проверка отчётов о ЛР и ПЗ, защита курсового проекта
<b>У3</b> – умеет осваивать конструкции вновь вводимого типового и оригинального оборудования	Не умеет разобрататься и понять конструкцию вновь вводимого типового оборудования	В целом умеет осваивать конструкции нового типового оборудования при допущении значительных ошибок в описании устройства и принципа работы	В целом умеет осваивать конструкции нового типового и оригинального оборудования с небольшими ошибками в описании устройства и принципа работы	Умеет осваивать конструкции вновь вводимого типового и оригинального оборудования	Экзамен, тестирование, проверка отчётов о ЛР и ПЗ, защита курсового проекта
<b>Знать ПСК-2</b>					
<b>З1</b> – основные методы расчета модернизируемого оборудования	Не знает основные методы расчета модернизируемого оборудования	Частично знает основные методы расчета модернизируемого оборудования	Не уверенно знает основные методы расчета модернизируемого оборудования	Уверенно знает основные методы расчета модернизируемого оборудования	Экзамен, тестирование, проверка отчётов о ЛР и ПЗ, защита курсового проекта
<b>З2</b> – методы обоснования технических решений при разработке нового технологического оборудования	Не знает методов обоснования технических решений при разработке нового технологического оборудования	Частично знает методы обоснования технических решений при разработке нового технологического оборудования	Не уверенно знает методы обоснования технических решений при разработке нового технологического оборудования	Знает методы обоснования технических решений при разработке нового технологического оборудования	Экзамен, тестирование, проверка отчётов о ЛР и ПЗ, защита курсового проекта

Планируемые результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения (уровень усвоения)				Процедуры оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоение	4. Отличное усвоение	
<b>ЗЗ</b> – методы поиска технических решений при разработке нового технологического оборудования с использованием технической, патентной литературы и информационных систем	Не знает методы поиска технических решений при разработке нового технологического оборудования с использованием технической, патентной литературы и информационных систем	Частично знает методы поиска технических решений при разработке нового технологического оборудования с использованием технической, патентной литературы и информационных систем	Знает методы поиска технических решений при разработке нового технологического оборудования с использованием технической, патентной литературы и информационных систем	Знает методы поиска технических решений при разработке нового технологического оборудования, с использованием технической, патентной литературы и информационных систем	Экзамен, тестирование, проверка отчётов о ЛР и ПЗ, защита курсового проекта
<b>Уметь ПСК-2</b>					
<b>У1</b> – Применять методы расчета и проектирования модернизируемого технологического оборудования	Не умеет выполнять расчеты модернизируемого технологического оборудования	Умеет выполнять с ошибками расчеты модернизируемого технологического оборудования	Умеет выполнять, но изредка допускает несистемные ошибки при расчетах модернизируемого оборудования	Уверенно умеет выполнять расчеты модернизируемого технологического оборудования	Экзамен, тестирование, проверка отчётов о ЛР и ПЗ, защита курсового проекта
<b>У2</b> – выполнять расчеты нового типового технологического оборудования химических и нефтехимических производств	Не умеет выполнять расчеты типового технологического оборудования химических и нефтехимических производств	Умеет выполнять с ошибками расчеты типового технологического оборудования химических и нефтехимических производств	Умеет выполнять, но изредка допускает несистемные ошибки при расчетах типового оборудования химических и нефтехимических производств	Уверенно умеет выполнять расчеты типового технологического оборудования химических и нефтехимических производств	Экзамен, тестирование, проверка отчётов о ЛР и ПЗ, защита курсового проекта
<b>У3</b> - выполнять расчеты нового нестандартного технологического оборудования химических и нефтехимических производств	Не умеет выполнять расчеты нового нестандартного технологического оборудования химических и нефтехимических производств	Умеет выполнять с ошибками расчеты нового нестандартного технологического оборудования химических и нефтехимических производств	Умеет выполнять, но изредка допускает несистемные ошибки при расчетах нового нестандартного оборудования химических и нефтехимических производств	Уверенно умеет выполнять расчеты нового нестандартного технологического оборудования химических и нефтехимических производств	Экзамен, тестирование, проверка отчётов о ЛР и ПЗ, защита курсового проекта

### 7.3. Материалы для текущей аттестации

Шкалы оценивания этапа текущей аттестации приведены в табл. 7.3.

Таблица 7.3 - Этап текущей аттестации по дисциплине

Вид оценивания аудиторных занятий	Технология оценивания		Шкала (уровень) оценивания на этапе текущего контроля			
			1.Отсутствие усвоения	2.Не полное усвоение	3.Хорошее усвоение	4.Отличное усвоение
Работа на лекциях	Выполнение тестов	1	выполнение менее 50%	выполнение выше 50%	выполнение более 75%	выполнение более 95%
Работа на лабораторных занятиях	Выполнение работ и оформление отчетов	2	работа не выполнена, т.к. материал не усвоен	работа выполнена, но отчет не полностью соответствует требованиям	работа выполнена, отчет содержит незначительные недочеты	работа и отчет выполнены без замечаний
Работа на практических занятиях	Решение задач	3	отсутствие решения	частичное выполнение заданий	выполнение заданий более 75%	выполнение заданий на 100%
Работа над курсовым проектом	Содержание и защита курсового проекта	4	содержание проекта не соответствует заданной теме	содержание проекта в основном соответствует теме, владение материалом удовлетворительное	содержание проекта полностью соответствует теме, владение материалом с небольшими недочетами	содержание проекта полностью соответствует теме, владение материалом без недочетов
<b>Оценка:</b>			Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

#### Критериальная оценка:

Пороговый уровень	оценка «удовлетворительно»	<b>1.2 + 2.2 + 3.2 + 4.2</b> или <b>1.1 + 2.2 + 3.2 + 4.2</b>
Углубленный уровень	оценка «хорошо»	<b>1.3 + 2.3 + 3.3 + 4.3</b> или <b>1.2 + 2.3 + 3.3 + 4.3</b>
Продвинутый уровень	оценка «отлично»	<b>1.4 + 2.4 + 3.4 + 4.4</b> или <b>1.3 + 2.4 + 3.4 + 4.4</b>

### 7.4. Материалы для промежуточной аттестации

Формой промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен.

Шкала оценивания этапа промежуточной аттестации приведена в табл. 7.4.

Таблица 7.4 – Этапы промежуточной аттестации по дисциплине

Наименование этапа оценивания	Технология оценивания		Шкала (уровень) оценивания на этапе промежуточной аттестации				Этапы контроля
			1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоение	4. Отличное усвоение	
Выполнение лабораторных работ	отчет о ЛР	3 у	отсутствие отчетов	содержание отчета не полностью соответствует требованиям	содержание отчета в целом соответствует требованиям	содержание отчета полностью соответствует требованиям	Отчет о лабораторной работе
Выполнение практических работ	решение задач	3 У	отсутствие решения	частичное выполнение заданий	выполнение заданий более 75%	выполнение заданий на 100%	защита решений
Отработка пропущенных занятий	тестирование	3	отсутствие усвоения	не полное усвоение	хорошее усвоение	отличное усвоение	допуск к практической работе
Подготовка курсового проекта	защита	Э У	содержание проекта не соответствует заданной теме	содержание проекта в основном соответствует теме, владение материалом удовлетворительное	содержание проекта полностью соответствует теме, владение материалом с небольшими недочетами	содержание проекта полностью соответствует теме, есть развернутые выводы и рекомендации, владение материалом без недочетов	защита проекта
Усвоение материала	Знаниевая компонента	3	отсутствие усвоения	не полное усвоение	хорошее усвоение	отличное усвоение	Экзамен
	Деятельностная компонента	У	отсутствие	Решение с ошибками	правильное решение с отдельными замечаниями	верное решение, без ошибок	
Оценка			неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	

**Критериальная оценка** (на основании табл. 7.2):

Пороговый уровень	оценка «удовлетворительно»	<b>31 + У1</b> или <b>32 + У1</b>
Углубленный уровень	оценка «хорошо»	<b>32 + У2</b> или <b>33 + У2</b> или <b>31 + У3</b>
Продвинутый уровень	оценка «отлично»	<b>33 + У3</b> или <b>32 + У3</b>

**Оценки "отлично"** заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

**Оценки "хорошо"** заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе практические задания, ус-

воивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка "хорошо" выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

**Оценки "удовлетворительно"** заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка "удовлетворительно" выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

**Оценка "неудовлетворительно"** выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий. Оценка "неудовлетворительно" ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

### **7.5. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной деятельности**

#### **7.5.1. Конкретная технология оценивания, оценочные средства**

Конкретная технология оценивания, в зависимости от вида учебной работы, представлена в табл. 5.2 - 5.5, оценочные средства указаны в табл. 7.5.

**Таблица 7.5 - Паспорт оценочных средств**

№ п/п	Тематика для контроля	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Количество тестовых заданий	Другие оценочные средства	
				Вид	Количество
1	Основы разработки машин и аппаратов предприятий основной химии	ПК-6	10	Экзамен	1
2	Машины для механических процессов с твердыми материалами	ПК-6, ПК-11	15	Отчет по ЛР	1
				Контрольные работы на ПЗ	2
				Защита курсового проекта	1
				Экзамен	1
3	Оборудование для гидромеханических процессов	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	25	Отчет по ЛР	2
				Контрольные работы на ПЗ	3
				Защита курсового проекта	1
				Экзамен	1

№ п/п	Тематика для контроля	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Количество тестовых заданий	Другие оценочные средства	
				Вид	Количество
4	Оборудование для тепловых процессов	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	20	Отчет по ЛР	1
				Контрольные работы на ПЗ	2
				Защита курсового проекта	1
				Экзамен	1
5	Выпарные и кристаллизационные аппараты	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	15	Контрольные работы на ПЗ	2
				Защита курсового проекта	1
				Экзамен	1
6	Массообменные аппараты	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	25	Отчет по ЛР	2
				Контрольные работы на ПЗ	2
				Защита курсового проекта	1
				Экзамен	1
7	Тепломассообменные аппараты	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	20	Отчет по ЛР	1
				Контрольные работы на ПЗ	2
				Защита курсового проекта	1
				Экзамен	1
8	Химические реакторы и печи	ПК-6, ПК-11, ПСК-2	25	Отчет по ЛР	1
				Контрольные работы на ПЗ	3
				Защита курсового проекта	1
				Экзамен	1

### 7.5.2. Комплект оценочных материалов, предназначенных для оценивания уровня сформированности компетенций на определенных этапах обучения

Объектами оценивания выступают (таблица 7.3, 7.5):

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний, уровень овладения практическими умениями и навыками (выполнение лабораторных и контрольных работ, курсовой проект);
- результаты самостоятельной работы (домашняя работа).

Активность студента на занятиях оценивается на основе выполненных студентом работ и заданий, предусмотренных данной рабочей программой дисциплины.

Комплект оценочных материалов для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена включает в себя комплект заданий для текущей и промежуточной аттестации.



### 7.5.2.1. Комплект оценочных материалов для текущей аттестации

Тестирование проводится на компьютере (количество оценочных средств согласно паспорту, таблица 7.5). Оценочные средства в полном объеме хранятся на кафедре «Технология и оборудование химических и пищевых производств».

Примеры тестовых заданий по разделу 1 в закрытой, открытой, упорядочиваемой и соответственной формам приведены ниже.

## Раздел 1. Основы разработки машин и аппаратов предприятий основной химии

### 1.1. (закрытое)

**Задание: Интенсивность машины (аппарата) – это:**

- 1) максимальная производительность
- 2) производительность единицы рабочего объема или поверхности
- 3) эффективность использования рабочего объема или поверхности

**Ответ: 2**

### 1.3. (закрытое)

**Задание: Материальный баланс аппарата (машины) основывается на равенстве**

- 1) масс материальных потоков на входе и выходе
- 2) объемов материальных потоков на входе и выходе
- 3) количеств веществ материальных потоков на входе и выходе

**Ответ: 1**

### 1.4. (соответствие)

**Задание: Установите соответствие формул для определения площади  $F$  и объема  $V$  геометрических фигур в функции диаметра  $D$  и линейного размера  $L$ :**

- |                        |                                       |
|------------------------|---------------------------------------|
| 1) $F = \pi DL$        | a) площадь круга                      |
| 2) $V = \pi D^2 L / 4$ | б) объем цилиндра                     |
| 3) $V = \pi D^3 / 6$   | в) площадь цилиндрической поверхности |
| 4) $F = \pi D^2 / 4$   | г) объем шара                         |
| 5) $F = \pi D^2$       | д) площадь поверхности шара           |
| 6) $F = \pi D$         | е) длина окружности                   |

**Ответ: 1 – в; 2 – б; 3 – г; 4 – а; 5 – д; 6 – е**

### 1.10. (упорядочение)

**Задание: Расположите правильно последовательность этапов технологического расчёта машин и аппаратов**

- 1) кинетика процесса
- 2) материальный и тепловой балансы
- 3) определение объёма и габаритов
- 4) энергетический расчёт

**Ответ: 2, 1, 3, 4**

Тематика, коды формируемых компетенций и трудоёмкость лабораторных работ и практических занятий приведены в табл. 5.3 и 5.4.

Примеры вопросов для собеседования при сдаче отчетов о лабораторных работах и контрольных работ на практических занятиях приведены ниже.

Пример вопросов для собеседования при сдаче отчёта по лабораторной работе «Изучение работы напорного гидроциклона» (Вопросы для собеседования приведены в Лабораторном практикуме «Машины и аппараты химических производств»: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2007):

1. Объясните устройство, принцип действия гидроциклонов и укажите область их применения.
2. Каково главное отличие напорного гидроциклона от низконапорного?
3. Объясните устройство батарейных гидроциклонов.
4. Каково влияние конструктивных и режимных факторов на гидравлические характеристики гидроциклона?
5. Каково влияние конструктивных и режимных факторов на эффективность разделения суспензий в гидроциклоне?
6. Объясните устройство лабораторной установки и порядок проведения работы.
7. Изложите методику обработки опытных данных.

Пример вопросов для собеседования при сдаче контрольной работы по теме «Тарельчатые ректификационные колонны» (Вопросы для собеседования приведены в сборнике примеров и задач «Технологические расчёты машин и аппаратов химических и нефтеперерабатывающих производств»: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2015):

1. Опишите конструкции тарельчатых ректификационных колонн и принцип их работы.
2. Назовите типы тарелок, дайте им сравнительную характеристику.
3. Дайте определение понятиям плотности орошения, высоты пены, высоты статического слоя жидкости.
4. Понятие кинетической кривой. Объясните принцип ее построения. Как определить число тарелок с помощью кинетической кривой?
5. Как рассчитать гидравлическое сопротивление тарелки?

**Таблица 7.6 - Оценочные средства дисциплины для текущей аттестации**

	Код формируемой компетенции	Вопросы (номера вопросов)	Задания (номера заданий)
1	ПК-6	1 - 155	
2	ПК-11	1 - 155	
3	ПСК-2	1 - 155	

#### **7.5.2.2. Критерии оценивания курсовой работы**

Тематика курсовых проектов приведена в п. 5.3. При оценивании курсового проекта применяются следующие критерии:

- знание информационных источников и умение работать с ними при выборе прототипа и аналога конструкции разрабатываемого оборудования;
- умение правильного выбора конструкционных материалов;
- знание расчётных методик по теме проекта и умение выполнения технологических, энергетических и прочностных расчётов;

- умение логично и грамотно излагать информацию по выполненному проекту, делать собственные умозаключения и выводы.

### **7.5.2.3. Комплект оценочных материалов для промежуточной аттестации**

Формой промежуточной аттестации является экзамен, проводимый в два этапа – в 6 и 7 семестрах.

Контрольные вопросы, выносимые на экзамен, должны соответствовать содержанию тем, кодов компетенций и затрачиваемой трудоёмкости (табл. 5.2) и тематике самостоятельной работы студента (табл. 5.5). Шкалы оценивания и этапы, предшествующие промежуточной аттестации, приведены в табл. 7.1 и 7.4.

Примерный перечень контрольных вопросов, выносимых на экзамены по семестрам, приведён ниже.

#### **Перечень вопросов, выносимых на экзамен на 4 курсе**

1. Понятия: химико-технологическая система, машины, аппараты, вспомогательное оборудование, производительность, интенсивность, эффективность, технические характеристики. Требования, предъявляемые к машинам и аппаратам химических производств.

2. Характеристика способов классификации дисперсных материалов. Конструкции просеивающих поверхностей. Способы выражения распределения частиц материалов по размерам.

3. Неподвижные и частично подвижные грохоты. Материальный баланс грохота при идеальном и реальном грохочении.

4. Барабанные грохоты. Эффективность грохочения по верхнему и нижнему продуктам. Обобщённая эффективность грохочения.

5. Плоские качающиеся и гирационные грохоты. Расчёт производительности.

6. Плоские вибрационные грохоты с дебалансными вибровозбудителями круговых колебаний. Расчёт массы дебалансного груза. Расчёт мощности привода.

7. Плоские вибрационные грохоты с электромагнитными и дебалансными вибровозбудителями прямолинейных колебаний. Дайте определение динамического коэффициента вибрационного воздействия. Расчёт мощности привода.

8. Вертикальные, спиральные, речные и чашевые гидравлические классификаторы. Как рассчитать площадь осаждения, соответствующей скорости осаждения частиц граничного размера?

9. Воздушно-проходные и воздушно-циркуляционные классификаторы (сепараторы). Способы регулирования крупности разделения. Какие силы, действующие на взвешенную частицу, следует учитывать при расчёте сепаратора?

10. Характеристика способов измельчения. Понятия: степень измельчения, прочность, твёрдость и хрупкость материала. Затраты энергии на измельчение. Схемы измельчения.

11. Щёковые дробилки с простым и сложным движением подвижной щеки. На чём основан выбор типоразмера стандартизированной машины? Понятие угла захвата. Расчёт мощности привода машины.

12. Конусные дробилки для крупного, среднего и мелкого дробления. На чём основан выбор типоразмера стандартизированной машины? Расчёт мощности привода.

13. Двухвалковые дробилки с гладкими, рифлёнными и зубчатыми валками. Связь размера наибольшего куска загрузки и диаметра вала. Расчёт производительности машины.

14. Дробилки ударного действия: роторные, молотковые, пальцевые. Выбор типоразмера стандартной машины. Как рассчитать полную производительность при измельчении в замкнутом цикле?

15. Машины для тонкого измельчения: вращающиеся барабанные, вибрационные, бисерные мельницы. На чём основан выбор типоразмера шаровой барабанной мельницы на заданную производительность?

16. Струйные мельницы для сверхтонкого измельчения: с горизонтальной, трубчатой и противоточной помольной камерой. Расчёт мощности на измельчение по поверхностной теории Риттингера.

17. Коллоидные мельницы для сверхтонкого измельчения: конусные и роторно-бильные. В чём сущность единой теории измельчения П.А.Ребиндера?

18. Смесители периодического действия циркуляционного типа: планетарно-шнековые, центробежные лопастные, центробежные волчковые. Оценка качества смешения компонентов.

19. Смесители периодического действия объёмного смешивания: ленточные, плужные, двухроторные, двухконусные. Расчёт объёма смесителя.

20. Прямоточные смесители непрерывного действия: ленточные, центробежные, вибрационные, барабанные. Расчёт объёма смесителя.

21. Питатели с вращающимся рабочим органом: дисковые, шлюзовые, тарельчатые, винтовые. Расчёт производительности питателя и мощности привода.

22. Питатели с поступательным, возвратно-поступательным и колебательным движением рабочего органа: ленточные, лотковые, плунжерные, вибрационные. Оценка качества дозирования (равномерности подачи) материала.

23. Характеристика процессов разделения жидких неоднородных систем способом отстаивания: классификация оборудования, расчёт скорости гравитационного осаждения частиц, фактор центробежного разделения и его физический смысл.

24. Радиальные отстойники. Расчёт диаметра и высоты проточной части отстойника.

25. Горизонтальные и вертикальные отстойники. Материальный баланс отстойника и эффективность осаждения твёрдой фазы.

26. Тонкослойные отстойники. Оценка эффективности осаждения твёрдой фазы из интегральной кривой распределения частиц по крупности.

27. Гидроциклоны. Расчёт и выбор стандартизованных гидроциклонов по пропускной способности.

28. Отстойные центрифуги периодического действия: маятниковые, горизонтальные. Расчёт отстойных центрифуг периодического действия.

29. Осадительные горизонтальные центрифуги со шнековой выгрузкой осадка (ОГШ). Их расчёт по индексу производительности.

30. Сепараторы и сверхцентрифуги. Расчёт производительности машин с использованием параметра индекс производительности.

31. Характеристика процессов разделения суспензий фильтрованием: классификация оборудования, режимы фильтрования, уравнение фильтрования, уравнение центробежного фильтрования.

32. Нутч-фильтры и фильтр-прессы периодического действия. Их расчёт в зависимости от режимов фильтрования.

33. Листовые и патронные фильтры периодического действия. Особенности расчёта при переменных величинах скорости фильтрации и перепада давления.
34. Барабанные, дисковые и ленточные вакуумные фильтры непрерывного действия. Их расчёт с целью выбора стандартизованного типоразмера.
35. Фильтрующие центрифуги периодического действия: маятниковые, подвесные, горизонтальные. Расчёт фильтрующих центрифуг периодического действия.
36. Фильтрующие центрифуги непрерывного действия с пульсирующей и шнековой выгрузкой осадка. Расчёт фильтрующих центрифуг непрерывного действия.
37. Характеристика процессов разделения газовых неоднородных систем: физические основы процессов разделения, классификация оборудования.
38. Гравитационные и инерционные пылеуловители. Обоснование путей повышения эффективности пылеулавливания. Критерий Фруда и его физический смысл.
39. Центробежные пылеуловители: циклоны, вихревые пылеуловители. Расчёт циклонов.
40. Мокрые пылеуловители (скрубберы): полые форсуночные, пенные, скоростные газопромыватели (скрубберы Вентури). Расчёт диаметра аппаратов и плотности орошения в зависимости от требуемой эффективности очистки.
41. Рукавные фильтры из тканых и нетканых материалов. Их расчёт с целью выбора стандартизованного типоразмера.
42. Волокнистые и патронные фильтры для очистки технологических газов и воздуха. Их расчёт по допускаемой нагрузке.
43. Электрофильтры для очистки газов от пылей и туманов. Схема их расчёта.
44. Аппараты для смешения жидких однородных и неоднородных систем механическими мешалками. Расчёт мощности привода мешалки.
45. Аппараты для смешения жидких однородных и неоднородных систем барботажем газа. Расчёт давления и расхода газа.
46. Характеристика процессов теплообмена: классификация теплообменных аппаратов, теплоносители, области их применения. Уравнение теплопередачи.
47. Кожухотрубчатые теплообменные аппараты. Основные элементы конструкции: размещение и крепление труб в трубных решётках, соединение трубной решётки с кожухом, перегородки, штуцера. Последовательность расчёта теплообменника с целью выбора стандартизованного аппарата.
48. Кожухотрубчатые теплообменники. Способы компенсации температурных напряжений в конструкции. Расчёт средней разности температур между теплоносителями и их средние температуры.
49. Двухтрубные теплообменники. Тепловой расчёт теплообменного аппарата.
50. Змеевиковые теплообменники: погружные, наружные и оросительные. Области применения. Последовательность расчёта.
51. Теплообменные аппараты с плоской теплообменной поверхностью. Тепловой баланс рекуперативного теплообменника.
52. Теплообменные аппараты с оребрённой поверхностью теплообмена: калориферы, аппараты воздушного охлаждения. Особенности теплового расчёта аппарата воздушного охлаждения.
53. Контактные теплообменные аппараты: барботажные и инжекторные нагреватели. Тепловой баланс смесительного нагревателя.

54. Смесительные конденсаторы: насадочные и полочные (тарельчатые). Расчёт противоточного смесительного конденсатора.

55. Градирни с естественной и вентиляторной тягой. Особенности теплового расчёта градирни.

56. Регенеративные теплообменные аппараты с неподвижной и движущейся насадкой. Схема и особенности расчёта регенеративного теплообменника.

### **Перечень вопросов, выносимых на экзамен на 5 курсе**

1. Классификация химических реакторов и режимов их работы. Материальный баланс реактора теоретический (по стехиометрии) и практический.

2. Емкостные реакторы-котлы для жидкостных реакций. Общая схема и особенности расчета реакторов-котлов периодического действия.

3. Теплообменные устройства реакторов-котлов. Тепловой расчет реакторов-котлов.

4. Уплотнение валов мешалок реакторов-котлов. Общая схема и особенности расчета реакторов-котлов непрерывного действия.

5. Приводы и опоры валов мешалок реакторов-котлов. Расчет мощности электродвигателя привода мешалки.

6. Каскадные емкостные реакторы для жидкостных реакций. Расчет числа реакторов-котлов в каскаде графоаналитическим методом и их объема.

7. Трубчатые реакторы для жидкостных реакций. Общая схема расчета трубчатых реакторов.

8. Классификация реакторов для газожидкостных реакций. Особенности кинетики химических реакций в системе газ – жидкость.

9. Распыливающие реакторы для газожидкостных реакций. Общая схема их расчета. Особенности расчета высоты аппарата.

10. Барботажные колонные аппараты для газожидкостных реакций. Общая схема их расчета.

11. Барботажные газлифтные реакторы для систем газ-жидкость. Общая схема их расчета. Тепловой баланс барботажного реактора.

12. Барботажные емкостные реакторы с механическим перемешиванием газожидкостного слоя. Общая схема их расчета. Расчет мощности, вводимой в газожидкостную смесь.

13. Поверхностные газожидкостные реакторы. Общая схема их расчета. Расчет высоты труб.

14. Пламенные и беспламенные реакторы для проведения реакций в газовой фазе. Общая схема расчета. Расчет объема реакционной зоны.

15. Трубчатые химические печи. Форсунки и горелки. Общая схема расчета трубчатых печей.

16. Шахтные печи для реакций между газом и твердым веществом. Определение рабочего объема, диаметра и высоты печи.

17. Барабанные печи для реакций между газом и твердым веществом. Общая схема расчета.

18. Классификация аппаратов для массообменных процессов. Материальный баланс массообменного процесса (абсорбция, ректификация).

19. Массообменные колонны распылительного типа. Материальный баланс процесса абсорбции.
20. Насадочные массообменные колонны. Типы насадок и области их применения. Общая схема и особенности расчета абсорбционной насадочной колонны.
21. Колонные массообменные аппараты с переливными тарелками барботажного типа. Общая схема расчета ректификационной колонны.
22. Колонные массообменные аппараты с провальными тарелками. Расчет гидравлического сопротивления тарелки.
23. Массообменные аппараты поверхностного, пленочного типа. Расчет расхода абсорбента.
24. Классификация экстракционных аппаратов для системы жидкость – жидкость. Материальный баланс экстракционного аппарата.
25. Смесительно-отстойные экстракторы. Общая схема расчета экстракторов.
26. Распылительные, насадочные, тарельчатые экстракторы. Общая схема расчета.
27. Экстракторы, работающие с подводом внешней энергии (центробежные, роторно-дисковые, пульсационные). Общая схема расчета.
28. Аппараты для экстрагирования (выщелачивания) периодического и непрерывного действия: экстракторы с мешалкой, диффузоры, корытообразные, барабанные, шнековые. Схема расчета.
29. Классификация аппаратов для процессов адсорбции. Промышленные адсорбенты. Изотерма адсорбции. Материальный баланс адсорбционного аппарата.
30. Адсорберы периодического действия (вертикальные, горизонтальные, кольцевые). Схема их расчета. Материальный баланс аппарата.
31. Адсорберы непрерывного действия с псевдооживленным слоем адсорбента. Расчет расхода адсорбента.
32. Выпарные трубчатые аппараты с естественной циркуляцией раствора. Схема и особенности расчета.
33. Выпарные трубчатые аппараты с принудительной циркуляцией раствора. Схема их расчета.
34. Конструкции узлов ввода пара и вывода конденсата и инертных греющих камер выпарных аппаратов. Тепловой баланс выпарного аппарата.
35. Пленочные трубчатые выпарные аппараты. Общая схема и особенности расчета.
36. Роторные пленочные выпарные аппараты. Материальный и тепловой балансы.
37. Общие сведения о кристаллизаторах. Статика и кинетика процесса кристаллизации.
38. Кристаллизаторы поверхностного типа. Схема их расчета. Материальный и тепловой балансы.
39. Объемные кристаллизаторы. Схема их расчета. Расчет скорости псевдооживления.
40. Классификация сушильных аппаратов. Материальный и тепловой балансы сушилок.
41. Полочные, турбинные и шахтные сушилки. Общая схема их расчета. Расчет рабочей площади или объема сушильного аппарата.
42. Вальцовые, ленточные и вальцеленточные сушилки. Общая схема их расчета. Расчет размеров вальца или ленты и скорости их движения.
43. Барабанные сушилки. Схема расчета барабанных атмосферных сушилок. Особенности расчета объема, диаметра и длины барабана.
44. Сушилки с кипящим слоем материала. Общая схема их расчета. Расчет газораспределительной решетки.

45. Распылительные сушилки. Общая схема и особенности их расчета.

46. Аппараты сушильные с пневмотранспортом материала. Общая схема и особенности расчёта.

**Таблица 7.7 - Оценочные средства дисциплины для промежуточной аттестации**

	Код формируемой компетенции	Вопросы (номера вопросов)
1	ПК-6	6 сем: 1 – 56, 7 сем: 1 - 44
2	ПК-11	6 сем: 1 – 56, 7 сем: 1 - 44
4	ПСК-2	6 сем: 1 – 56, 7 сем: 1 - 44

**7.6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Методические материалы представлены ниже:

– Положение о фонде оценочных средств для установления уровня сформированности компетенций обучающихся и выпускников на соответствие требованиям ФГОС ВО от 5 декабря 2014 г. [http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/norm\\_dokym\\_ngty/pologo\\_fonde\\_ocen\\_sredstv.pdf](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/norm_dokym_ngty/pologo_fonde_ocen_sredstv.pdf);

– Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся НГТУ [http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/norm\\_dokym\\_ngty/polog\\_kontrol\\_yspev.pdf](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/norm_dokym_ngty/polog_kontrol_yspev.pdf);

– Методические указания по разработке курсового проекта по дисциплине [http://www.nntu.ru/ineyl/osnovn\\_obrazovat\\_programm\\_ychebn\\_plan](http://www.nntu.ru/ineyl/osnovn_obrazovat_programm_ychebn_plan).



## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

<b>Б1.В.ДВ5.1</b> Машины и аппараты предприятий основной химии <i>(полное название дисциплины)</i>	<b>Б1.В Вариативная часть</b>	
	<input type="checkbox"/> обязательная <input checked="" type="checkbox"/> по выбору студента	<input type="checkbox"/> базовая часть цикла <input checked="" type="checkbox"/> вариативная часть цикла
<b>15.03.02</b> <i>(код направления / специальности)</i>	<b>Направление: Технологические машины и оборудование</b> <i>(полное название направления подготовки / специальности)</i>	
<b>ТМО</b> <i>(аббревиатура направления / специальности)</i>	Уровень подготовки <input type="checkbox"/> специалист <input checked="" type="checkbox"/> бакалавр <input type="checkbox"/> магистр	Форма обучения <input type="checkbox"/> очная <input checked="" type="checkbox"/> заочная <input type="checkbox"/> очно-заочная
<u>2018</u> <i>(год утверждения учебного плана ОПОП)</i>	Семестры 8, 9	Количество групп <u>1</u> Количество студентов <u>25</u>

Составитель программы:

Сидягин А.А. Дзержинский политехнический институт, кафедра «Технология и оборудование химических и пищевых производств», тел. 34-07-01, mahp@dpingtu.ru

### СПИСОК ИЗДАНИЙ

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Машины и аппараты химических производств: учебник для вузов / А.С. Тимонин [и др.] ; под общ. ред. А.С. Тимонина. – Калуга: Издательство «Ноосфера», 2014. – 856 с.	18
2	Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для вузов / А.С.Тимонин [и др.]; под общ. ред. А.С.Тимонина. – Калуга: Издательство «Ноосфера», 2017. – 948 с.	15
3	Машины и аппараты химических производств: учеб. пособие для вузов / А.С. Тимонин [и др.]; под общ. ред. А.С. Тимонина. – Калуга: Издательство Н.Ф. Бочкарёвой, 2008. – 872 с.	10
4	Поникаров И.И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник / И.И. Поникаров, М.Г. Гайнуллин. – М.: Альфа-М, 2006. – 608 с.	45

5	Технологические расчёты машин и аппаратов химических и нефтеперерабатывающих производств. Примеры и задачи: учеб. пособие / В.М. Ульянов, А.А. Сидягин, В.А. Диков; под ред. В.М. Ульянова; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2015. – 633 с.	98
6	Ульянов В.М. Химические реакторы и печи: учеб. пособие / В.М. Ульянов; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2006. – 202 с.	169
7	Ульянов В.М. Сушильные аппараты: учеб. пособие / В.М. Ульянов; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2006. – 92 с.	167
8	Сидягин А.А. Колонные аппараты для массообменных процессов: учеб. пособие / А.А. Сидягин; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2009. – 102 с.	198
9	Ульянов В.М. Оборудование для отстойного разделения суспензий: учеб. пособие / В.М. Ульянов; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2013. – 88 с.	100
10	Сидягин, А.А. Расчёт и проектирование аппаратов воздушного охлаждения: учеб. пособие для вузов / А.А. Сидягин, В.М. Косырев. – Н. Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т, 2009. – 150 с.	150
11	Ульянов В.М. Грохоты: учеб. пособие / В.М. Ульянов; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2011. – 88 с.	100
12	Островский Г.М. Пневматический транспорт сыпучих материалов в химической промышленности / Г.М. Островский. – Л.: Химия, 1984. – 116 с.	6
2. Дополнительная литература		
1	Чернобыльский И.И. Машины и аппараты химических производств / И.И. Чернобыльский [и др.]; под ред. И.И. Чернобыльского. Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1975. – 456 с.	32
2	Поникаров И.И. Расчёты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки (примеры и задачи): учеб. пособие / И.И. Поникаров, С.И. Поникаров, С.В. Рачковский. – М.: Альфа-М, 2008. – 720 с.	59
3	Гельперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: учеб. пособие в 2-х кн. / Н.И. Гельперин; – М.: Химия, 1981. – 812 с.	4 3
4	Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов: В 2 кн. / Ю.И. Дытнерский. – М.: Химия, 1995. Кн. 1 – 400 с., Кн. 2 – 368 с.	133 136
5	Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А. Г. Касаткин. – М.: Химия, 1973. – 784 с. То же, 2005. То же, 2009.	37 76 60
6	Плановский, А.Н. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии: учебник для вузов / А.Н. Плановский, П.И. Николаев. – М.: Химия, 1987. – 496 с.	10
7	Вихман, Г.Л. Основы конструирования аппаратов и машин нефтеперерабатывающих заводов: учебник для студентов вузов / Г.Л. Вихман, С.А. Круглов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1978. – 328с.	4
8	Конструирование и расчет машин химических производств / О.И. Гусев [и др.]; под ред. Э.Э. Кольмана-Иванова. – М.: Машиностроение, 1985. – 408 с.	3
9	Макаров, Ю.И. Технологическое оборудование химических и нефтеперерабатывающих заводов: учебник для техникумов / Ю.И. Макаров, А.Э. Генкин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1976. – 368 с.	2
10	Генкин А. Э. Оборудование химических заводов / А.Э. Генкин. – М.: Высш. шк., 1986. – 279 с.	2
11	Машины и аппараты химических производств: примеры и задачи / И.В. Доманский [и др.]; под общ. ред. В.Н. Соколова. – Л.: Машиностроение, 1982. – 384 с.	213

12	Павлов К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учеб. пособие для вузов / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков; под ред. П.Г. Романкова. – 10-е изд. – Л.: Химия, 1987. – 576 с. То же М.: Альянс, 2005, 2007 – 576 с.	158 20 37
13	Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию / Г.С. Борисов [и др.]; под ред. Ю. И. Дытнерского. – М.: Химия, 1991. – 494 с; М.: ООО ИД «Альянс», 1991. – 496 с. То же, 2007. То же, 2008.	26 98 10
14	Леонтьева А.И. Оборудование химических производств: Атлас конструкций / А.И. Леонтьева [и др.]. – М.: КолосС, 2009. – 100 с.	20
15	Машины и аппараты химических производств: лабораторный практикум / А.И. Пронин [и др.]; под ред. В.М. Ульянова. – Н. Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т, 2007. – 196 с.	210
16	Смирнов Г.Г. Конструирование безопасных аппаратов для химических и нефтехимических производств / Г.Г. Смирнов [и др.]; под общ. ред. А.Р. Толчинского. – Л.: Машиностроение, 1988. – 303 с.	5
17	Альперт Л.З. Основы проектирования химических установок: учеб. пособие для вузов / Л.З. Альперт. – М.: Высшая школа, 1982. – с.	8
18	Фарамазов, С.А. Оборудование нефтеперерабатывающих заводов и его эксплуатация: учеб пособие / С.А. Фарамазов. – М.: Химия, 1984. – 328 с.	10
19	Александров И.А. Ректификационные и абсорбционные аппараты / И.А. Александров.– М.: Химия, 1978. – 320 с.	47
20	Рамм В.М. Абсорбция газов / В.М. Рамм. – М.: Химия, 1975. – 767 с.	41
21	Капустин В.М. Основы проектирования нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий: учеб. пособие для вузов / И.М. Капустин. – М.: Химия, 2012. – 440 с.	12
22	Скобло, А.И. Процессы и аппараты нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности: учебник для вузов / А.И. Скобло [и др.]. – М.: Химия, 1982. – 680 с.	25
23	Кузнецов, А.А. Расчеты процессов и аппаратов нефтеперерабатывающей промышленности: учеб пособие для вузов / А.А. Кузнецов, С.М. Кагерманов, Е.Н. Судаков. – Л.: Химия, 1974. – 336 с.	11
24	Шубин В.С. Надёжность химических и нефтеперерабатывающих производств: учеб. пособие для вузов / В.С. Шубин. – М.: Химия, 2006. – с.	1
25	Жужиков В.А. Теория и практика разделения суспензий / В.А. Жужиков. – М.: Химия, 1980. – 399 с.	10
26	Михеев, М.А. Основы теплопередачи / М.А. Михеев, И.М. Михеева. – М.: Энергия, 1977. – 344 с.	1
27	Таубман, Е.И. Выпаривание / Е.И. Таубман. – М.: Химия, 1982. – 328 с.	11
28	Бажан, П.И. Справочник по теплообменным аппаратам / П.И. Бажан, Г.Е. Каневец, В.М. Селиверстов. – М.: Машиностроение, 1989. – 366 с.	2
29	Муштаев, В.И. Сушка дисперсных материалов / В.И. Муштаев, В.М. Ульянов. – М.: Химия, 1988. – 352 с.	10
30	Шкоропад Д.Е. Центрифуги и сепараторы для химических производств / Д.Е. Шкоропад, О.П. Новиков. – М.: Химия, 1987. – 256 с.	8
31	Файнерман, И.А. Расчет и конструирование шнековых центрифуг / И.А. Файнерман. – М.: Машиностроение, 1981. – 133 с.	4
32	Лукьяненко, В.М. Центрифуги: справ. изд. / В.М. Лукьяненко, А.В. Таранец. – М.: Химия, 1988. – 384 с.	4
33	Проскураков В.А. Очистка сточных вод в химической промышленности / В.А. Проскураков, Л.И. Шмидт. – Л.: Химия, 1977. – 464 с.	8

34	Варгафтик, Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей / Н.Б. Варгафтик. – 2-е изд. – М.: Наука, 1972. – 720 с.	1
35	Зайцев, И.Д. Физико-химические свойства бинарных и многокомпонентных растворов неорганических веществ: справ. изд. / И.Д. Зайцев, Г.Г. Асеев. – М.: Химия, 1988. – 416 с.	5
36	Ульянов, В.М. Физико-химические характеристики веществ. Справочник проектировщика химического оборудования / В.М. Ульянов. – Н.Новгород: Нижегород. гос. тех. ун-т, 2009. – 309 с.	258
37	Воробьева, Г.Я. Коррозионная стойкость материалов в агрессивных средах химических производств / Г.Я. Воробьева – М.: Химия, 1975. – 816 с.	1
38	Пахомов В.С. Коррозия металлов и сплавов. Справочник. В 2-х кн./ В.С. Пахомов В.С. – М.: Наука и технология, 2013. – 448 с.	2 2
39	Рахмилевич З.З. Справочник механика химических и нефтехимических производств / З.З. Рахмилевич [и др.] – М.: Химия, 1985. – 592 с.	39
40	Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств: примеры и задачи / М.Ф. Михалев, Н.П. Третьяков, И.А. Мильченко и др.; под общ. ред. М.Ф.Михалева. – М.: Машиностроение, 1984. – 301 с.	119
41	Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. / В.И. Анурьев; под ред. И.Н. Жестковой. – 9-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980. Т.1 – 928 с., Т.2 – 960 с., Т.3 – 928 с.	8 8 3
42	Тимонин А.С. Основы конструирования и расчета технологического и природоохранного оборудования. Справочник. В 3-х т./А.С. Тимонин.– Калуга:Изд-во Н.Бочкаревой, 2002. Т.1 – 852 с., Т.2 – 1028 с., Т.3 – 968 с.	4 4 4
43	Лашинский, А.А. Конструирование сварных аппаратов: справочник / А.А. Лашинский. – Л.: Машиностроение, 1981. – 382 с.	126

**Основные данные об обеспеченности на \_\_\_\_\_ 2018 г.**

(дата составления рабочей программы)

основная литература  обеспечена  не обеспечена

дополнительная литература  обеспечена  не обеспечена

**9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

**9.1. Ресурсы системы федеральных образовательных порталов:**

1. Федеральный портал. Российское образование. <http://www.edu.ru/>
2. Российский образовательный портал. <http://www.school.edu.ru/default.asp>
3. Естественный научно-образовательный портал. <http://www.en.edu.ru/>
4. Федеральный правовой портал. Юридическая Россия. <http://www.law.edu.ru/>
5. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. <http://www.ict.edu.ru/>
6. Федеральный образовательный портал. Социально-гуманитарное и политическое образование. <http://www.humanities.edu.ru/>
7. Российский портал открытого образования. <http://www.openet.edu.ru/>
8. Федеральный образовательный портал. Инженерное образование. <http://www.techno.edu.ru/>
9. Федеральный образовательный портал. Здоровье и образование. <http://www.valeo.edu.ru/>
10. Федеральный образовательный портал. Международное образование. <http://www.international.edu.ru/>

11. Федеральный образовательный портал. Непрерывная подготовка преподавателей.  
<http://www.neo.edu.ru/wps/portal>
  12. Государственное учреждение «Центр исследований и статистики науки» ЦИСН. Официальный сайт: <http://www.csrs.ru/about/default.htm>.
  13. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики РФ. Электронный ресурс: <http://www.gks.ru>.
- Зарубежные сетевые ресурсы
14. Архив научных журналов издательства <http://iopscience.iop.org/> и т.д.

## **9.2. Научно-техническая библиотека НГТУ им. Р.Е. Алексева** <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bibl.html>

### **9.2.1. Электронные библиотечные системы**

Электронно-библиотечная система ООО «Издательство Лань»:

*Электронный каталог книг* <http://library.nntu.nnov.ru/>

*Электронный каталог периодических изданий* <http://library.nntu.nnov.ru/>

*Информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки ЭКБСОН* <http://www.vlibrary.ru/>

Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE НГТУ»  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub)

Электронная библиотека "Айбукс" <http://ibooks.ru/>

Реферативные наукометрические базы

*WebofScience* [http://apps.webofknowledge.com/UA\\_GeneralSearch\\_input.do](http://apps.webofknowledge.com/UA_GeneralSearch_input.do)

*Scopus* <http://www.scopus.com/>

Реферативные журналы [http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/ref\\_gyrnal\\_14.htm](http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/ref_gyrnal_14.htm)

Госты Нормы, правила, стандарты и законодательство России

<http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/norma.htm>

База данных гостей РосИнформ Вологодского ЦНТИ

[http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/baza\\_gost.htm](http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/baza_gost.htm)

Бюллетени новых поступлений литературы в библиотеку

<http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/index.htm>

Ресурсы Интернет <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/index.htm>

Персональные библиографические указатели ученых НГТУ

[http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bibl\\_ych.html](http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bibl_ych.html)

*Доступ онлайн*

Научные журналы НЭИКОН

ЭБС BOOK.ru.

База данных зарубежных диссертаций "ProQuestDissertation&ThesesGlobal"

ЭБС ZNANIUM.COM

ЭБС издательства "Лань"

ЭБС "Айбукс"

База данных Scopus издательства Elsevier; База данных WebofScienceCoreCollection

База данных Polpred.com Обзор СМИ

Электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/news.html>

**9.3. Центр дистанционных образовательных технологий НГТУ им. Р.Е. Алексева**  
Электронная библиотека [http://cdot-nttu.ru/?page\\_id=312](http://cdot-nttu.ru/?page_id=312)

**9.4 Научно-техническая библиотека ДПИ НГТУ** <http://http://www.dpi-ngtu.ru/>

**9.4.1. Электронные библиотечные системы**

Электронно-библиотечная система ООО «Издательство Лань»: <http://e.lanbook.com/>

Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ» <http://biblio-online.at/home?1>

Информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»  
<http://window.edu.ru/catalog/>

Госты Нормы, правила, стандарты и законодательство России <http://gost-rf.ru/>

Электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

**9.4.2. Информационные ресурсы библиотеки ДПИ НГТУ**

Электронный каталог - локально

Электронная библиотека - локально

База выполненных запросов - локально

**Реферативные журналы Falcon 2.0** - локально

Справочно-поисковая система «КонсультантПлюс» - локально

Виртуальная выставка трудов преподавателей ДПИ НГТУ <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/1115—2015>

Виртуальная выставка трудов преподавателей ДПИ НГТУ (Архив) <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/862-virtvistavkaprepoddpingtu>

Библиографические указатели преподавателей ДПИ НГТУ <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/798-biblukazateliprepodovdpi>

Бюллетень новых поступлений [http://dpi-ngtu.ru/doc\\_for\\_load/novie\\_postuplenia.pdf](http://dpi-ngtu.ru/doc_for_load/novie_postuplenia.pdf)

Периодические издания: «Периодические издания ДПИ НГТУ»; «Сводный список журналов»;

«Журналы в интернете» <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/periodizdaniya>

Виртуальные выставки <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/virtvistavki>

Научно-техническая библиотека НГТУ им. Р.Е. Алексева  
<http://www.nttu.rii/RUS/biblioteka/bilt.html>

**9.4.3. Интернет-ресурсы** <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/resources>

Официальные сайты

Образовательные ресурсы

Библиотеки в интернете

Патенты и стандарты

Информационные центры

Энциклопедии, справочники, словари

**9.4.4. Материалы в помощь студентам:** <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/resources>

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

### **10.1. Методические рекомендации, разработанные преподавателями:**

– Ульянов В.М. Конструкции и расчет фильтров: метод указания / В.М. Ульянов. – Н. Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т, 2015. – 47 с.

– Ульянов В.М. Конструкции и расчет кожухотрубчатых теплообменных аппаратов: метод. указания / В.М. Ульянов. – Н. Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т, 2014. – 59 с.

– Ульянов В.М. Расчет машин для измельчения материалов: метод указания / В.М. Ульянов. – Н. Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т, 2012. – 54 с.

– Курсовое проектирование по дисциплине «Машины и аппараты предприятий основной химии»: метод. указания для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 15.03.02 / В.М. Ульянов, В.А. Диков, А.А. Сидягин, В.С. Коновалов. – НГТУ им. Р.Е. Алексеева; Н. Новгород, 2014. – 47 с.

– Ульянов В.М. Конструкции и расчёт смесителей для сыпучих материалов: метод. указания к выполнению расчётных работ по курсу «Машины и аппараты предприятий основной химии» для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 15.03.02 / В.М. Ульянов – НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород. 2017. – 34 с.

– Машины и аппараты химических производств: лабораторный практикум / А.И. Прохин [и др.]; под ред. В.М. Ульянова. – Н. Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т, 2007. – 196 с.

### **10.2. Методические рекомендации НГТУ им. Р.Е.Алексеева:**

– Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:

[http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_aydit\\_rab.pdf?20](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_aydit_rab.pdf?20). Дата обращения 23.09.2015.

– Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:

[http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl)

[/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_organiz\\_samoct\\_rab.pdf?20](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samoct_rab.pdf?20). Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес: [http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf).

– Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П., 2014 г. Электронный адрес: [http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf).

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента Информационные

технологии применяются в следующих направлениях: при поиске и обработке информации по теме курсового проекта, при оформлении пояснительной записки и чертежей.

Программные продукты, необходимые для реализации дисциплины в соответствии с требованиями ФГОС ВО:

Microsoft Office;

Портал электронного обеспечения НГТУ и др.

Программа ПАССАТ, разработчик НТП Трубопровод. Лицензия на 5 рабочих мест

Программа «Автокад» при выполнении чертежей.

## 12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Сведения о помещениях и учебном оборудовании приведены в табл.12.1 и 12.2.

Таблица 12.1 – Сведения о помещениях

№ ауд	Наименование аудитории	Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
3204	Учебная аудитория	63,2	30
3207	Лаборатория «Технологические машины и оборудование»	85,5	15
2103	Лаборатория «Технологические машины и оборудование»	85	15
3205	Учебная лаборатория САПР (компьютерный зал)	62,8	14

Таблица 12.2 – Основное учебное оборудование

№ ауд	Наименование специализированных аудиторий и лабораторий	Перечень основного оборудования
3204	Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование
3207	Лаборатория «Технологические машины и оборудование»	Питатель винтовой, дробилка щековая, сито вибрационное, смеситель емкостный с мешалками, оросительно-распределительное устройство для плёночного аппарата, теплообменный плёночный аппарат, теплообменный аппарат с оребренными трубами, аппарат с псевдооживленным слоем, колонна насадочная, колонна тарельчатая.
2103	Лаборатория «Технологические машины и оборудование»	Гидроциклон напорный, пылеуловитель циклонный, скруббер Вентури, реактор ёмкостный, реактор трубчатый.
3205	Учебная лаборатория САПР (компьютерный зал)	Персональные компьютеры 10 шт.