

# АННОТАЦИИ РАБОЧИХ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН, ПРАКТИК И ГИА

## 1.1. Дисциплины обязательной части

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Иностранный язык»

**1. Цель дисциплины** — приобретение обучающимися общей, коммуникативной и профессиональной компетенций, уровень которых на отдельных этапах языковой подготовки позволяет использовать иностранный язык практически как в профессиональной (производственной и научной) деятельности, так и для целей самообразования.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; УК-4.4; УК-4.5; УК-4.6; УК-4.7; УК-4.8; УК-4.9

*Знать:*

- основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели;

- русские эквиваленты основных слов и выражений речи в процессе межличностного и межкультурного взаимодействия;

- основные приемы и методы реферирования и аннотирования литературы;

- пассивную и активную лексику, в том числе общенаучную и специальную терминологию, необходимую для работы над типовыми текстами;

- приемы работы с оригинальной литературой на иностранном языке.

*Уметь:*

- работать с оригинальной литературой на иностранном языке;

- работать со словарем;

- вести переписку на изучаемом языке с целью межличностного и межкультурного взаимодействия;

- вести речевую деятельность применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации.

*Владеть:*

- иностранным языком на уровне межличностного и межкультурного общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации, основами публичной речи;

- основами реферирования и аннотирования литературы на изучаемом иностранном языке.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

Раздел 1. Грамматические и лексические трудности изучаемого языка.

1.1 Спряжение и изменение глагола-связки в формах настоящего времени. Видовременные формы глаголов. Образование форм простых, продолженных, перфектных и перфектно-продолженных времен глагола. Вопросительные предложения в различных временах. Образование отрицательных форм глагола в различных временах.

1.3 Образование простых, продолженных, перфектных времен глагольных форм и употребление форм страдательного залога. 1.4. Видовременные формы глаголов. Образование простых, продолженных, перфектных и перфектно-продолженных времен. Вопросительные предложения в различных временах. Образование отрицательных форм глагола в различных временах.

1.4 Причастия. Причастия настоящего и прошедшего времени. Перфектные формы причастия. Место причастий в предложении. Абсолютный причастный оборот.

1.5 Инфинитив. Формы инфинитива. Продолженный и перфектный инфинитив. Функции инфинитива в предложении. Образование и употребление инфинитивных оборотов типа «сложное подлежащее» и «сложное дополнение».

1.6 Модальные глаголы. Структура предложения. Принципы словообразования. Сокращения (аббревиатуры). Обозначение даты Правила чтения химических элементов, обозначений и формул неорганических соединений и уравнений химических реакций. Правила чтения единиц измерения. Правила чтения наименований основных органических соединений.

Раздел 2. Развитие навыков чтения тематических текстов.

2.1 Чтение текстов по темам:

2.1.1. Введение в специальность

2.1.2. Д.И. Менделеев

2.1.3. РХТУ им. Д.И. Менделеева

2.1.4. Наука и научные методы, научные статьи

2.1.5. Современные инженерные технологии

2.1.6. Химическое предприятие

2.1.7. Химическая лаборатория. Техника безопасности в лаборатории. Измерения в химической лаборатории

2.1.8. Химия будущего.

2.1.9. Биотехнология Фармацевтические производства.

2.1.10. Зеленая химия. Проблемы экологии.

2.2 Понятие о видах чтения. Просмотровое чтение на примерах текстов о химии, Д.И. Менделееве, РХТУ им, Д.И. Менделеева.

Активизация лексики прочитанных текстов.

2.3 Изучающее чтение научных и научно-популярных текстов по выбранной специальности на примере текстов: «Наука и научные методы», «Химическое предприятие», «Современные инженерные технологии», «Химическая лаборатория. Техника безопасности в лаборатории. Измерения в химической лаборатории», «Химия будущего. Современные тенденции развития науки», «Биотехнология. Фармацевтические производства», «Зеленая химия. Проблемы экологии».

Лексические особенности текстов научно-технической направленности. Терминология научно-технической литературы на изучаемом языке.

Раздел 3. Практика устной речи

3.1 Практика устной речи по темам:

3.1.1. «Говорим о себе, о своей будущей профессии»,

3.1.2. «Мой университет»,

3.1.3. «Университетский кампус»

3.1.4. «At the bank»

3.1.5. «Applying for a job» и т.д.

3.2 Монологическая речь по теме «о себе и о будущей профессии». Лексические особенности монологической речи.

3.3 Речевой этикет повседневного общения (знакомство, представление, установление и поддержание контакта, запрос и сообщение информации, побуждение к действию, выражение просьбы, согласия).

Особенности диалогической речи по пройденным темам.

Раздел 4. Особенности языка специальности

Грамматические трудности языка специальности:

4.1. Грамматические и лексические трудности языка специальности:

Различные варианты перевода причастий на русский язык. Причастные обороты и приемы их перевода на русский язык.

4.2. Сослагательное наклонение. Формы сослагательного наклонения в изучаемом языке. Модальные глаголы и их использование в предложениях в сослагательном наклонении. Типы условных предложений. Варианты перевода предложений в сослагательном наклонении и условных предложений. Порядок слов в предложении. Эмфатические конструкции.

4.3. Изучение правил перевода различных форм инфинитива и инфинитивных оборотов на русский язык.

4.4 Изучающее чтение текстов по тематике:

- 1) «Лаборатория»
- 2) «Измерения в химической лаборатории».

Стилистические особенности специальной научно-технической литературы. Организация работы со специальными словарями. Понятие о реферировании и аннотировании текстов по специальности. Поиск новой информации при работе с текстами из периодических изданий и монографий, инструкций, проспектов и справочной литературы по рассматриваемой тематике.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		Семестр				Семестр			
			1 семестр		2 семестр		3 семестр		4 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>9,0</b>	<b>324,0</b>	<b>2,0</b>	<b>72,0</b>	<b>2,0</b>	<b>72,0</b>	<b>2,0</b>	<b>72,0</b>	<b>3,0</b>	<b>108,0</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>3,6</b>	<b>129,0</b>	<b>0,9</b>	<b>32,0</b>	<b>0,9</b>	<b>32,0</b>	<b>0,9</b>	<b>32,0</b>	<b>0,9</b>	<b>32,0</b>
Практические занятия (ПЗ)	3,6	128,0	0,9	32,0	0,9	32,0	0,9	32,0	0,9	32,0
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4,4</b>	<b>160</b>	<b>1,1</b>	<b>40</b>	<b>1,1</b>	<b>40</b>	<b>1,1</b>	<b>40</b>	<b>1,1</b>	<b>40,0</b>
Контактная самостоятельная работа		0,6		0,2		0,2		0,2		
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	4,4	159,4	1,1	39,8	1,1	39,8	1,1	39,8	1,1	40,0
<b>Виды контроля:</b>										
<b>Вид контроля из УП</b>				+		+		+		
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>36,0</b>	-	-	-	-	-	-	<b>1,0</b>	<b>36,0</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4	-	-	-	-	-	-	1,0	0,4
Подготовка к экзамену.		35,6		-		-		-		35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет</b>		<b>Зачет</b>		<b>Зачет</b>		<b>Экзамен</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр				Семестр			
			1 семестр		2 семестр		3 семестр		4 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>9</b>	<b>243</b>	<b>2</b>	<b>54,0</b>	<b>2</b>	<b>54</b>	<b>2</b>	<b>54</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>3,58</b>	<b>96,75</b>	<b>0,89</b>	<b>24</b>	<b>0,89</b>	<b>24</b>	<b>0,89</b>	<b>24</b>	<b>0,89</b>	<b>24</b>
Практические	<b>3,6</b>	96	0,89	24	0,89	24	0,89	24	0,89	24

занятия (ПЗ)										
<b>Самостоятельная работа</b>	4,4	120	1,11	30	1,11	30	1,11	30	1,11	30,0
Контактная самостоятельная работа	4,4	0,45	1,11	0,15	1,11	0,15	1,11	0,15	1,11	30,0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		119,55		29,85		29,85		29,85		
<b>Виды контроля:</b>										
<b>Вид контроля из УП</b>				+		+		+		
<b>Экзамен</b>	<b>1,00</b>	<b>27,00</b>	-	-	-	-	-	-	<b>1,00</b>	<b>27,00</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,00	0,30	-	-	-	-	-	-	1,00	0,30
Подготовка к экзамену.		26,70	-	-	-	-	26,70			
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет</b>		<b>Зачет</b>		<b>Зачет</b>		<b>Экзамен</b>	

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «История (история России, всеобщая история)»**

**1 Цель дисциплины** – формирование у студентов целостного представления об историческом прошлом России, ее месте во всемирно-историческом процессе.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:  
УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-5.6, УК-5.7, УК-5.11, УК-5.12, УК-5.13.

*Знать:*

- основные направления, проблемы и методы исторической науки;
- основные этапы и ключевые события истории России и мира; особенности развития российского государства, выдающихся деятелей отечественной и всеобщей истории.

*Уметь:*

- соотносить общие исторические процессы и отдельные факты; выявлять существенные черты исторических процессов, явлений и событий; анализировать социально-значимые проблемы;
- формулировать и аргументировано отстаивать собственную позицию по различным проблемам истории.

*Владеть:*

- представлениями об истории как науке, ее месте в системе гуманитарного знания;
- представлениями об основных этапах в истории человечества и их хронологии;
- категориально-понятийным аппаратом изучаемой дисциплины;
- навыками анализа исторических источников.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

**Раздел 1. История в системе социально-гуманитарных наук. Основы методологии исторической науки. Особенности становления государственности в России по сравнению с европейскими раннесредневековыми государствами.**

Место истории в системе наук. Предмет исторической науки. Роль теории в познании прошлого. Сущность, формы, функции исторического знания. Понятие исторического источника, классификация исторических источников. История России – неотъемлемая часть всемирной истории; общее и особенное в историческом развитии.

Антропогенез. Неолитическая революция. Социальный строй. Разложение первобытной общины. Цивилизации Древнего Востока. Государства античности. Народы и древнейшие государства на территории России. Этногенез славян. Великое Переселение народов в III-IV вв.

Традиционные формы социальной организации европейских народов в догосударственный период. Возникновение раннесредневековой государственности в Европе.

Этнокультурные и социально-политические процессы становления российской государственности. Начало российской государственности. Киевская Русь. Принятие христианства. Русские земли в XII – XIII вв. Монголо-татарское нашествие на Русь. Экспансия в западные и северо-западные русские земли. Великое княжество литовское и Русское государство.

Место средневековья во всемирно-историческом процессе. Складывание основ национальных государств в Западной Европе. Образование Российского государства, его историческое значение.

Россия в XVI в. - XVII вв. У истоков Нового времени. Особенности сословно-представительной монархии в Европе и России. Начало XVII века – эпоха всеобщего европейского кризиса. Синхронность кризисных ситуаций в разных странах. «Смутное время» в России.

Генезис капитализма. Его формы и сосуществование с элементами феодализма. Особенности различных регионов Европы. Формирование мирового рынка. Подъем мануфактурного производства. Формирование внутренних рынков.

Генезис самодержавия в России. «Второе издание» крепостничества – Соборное уложение 1649 г. и юридическое оформление крепостного права. Секуляризация русской культуры.

## **Раздел 2. От Нового к Новейшему времени. Российская империя в XVIII- начале XX в.**

Российское государство в XVIII веке – веке модернизации и просвещения. Реформы Петра I как первая попытка модернизации страны, её особенности. Формирование Российской империи. Основные направления «европеизации» страны. Эволюция социальной структуры общества. Дальнейшее расширение границ Российской империи.

Идейные и социально-политические истоки Просвещения. Основные черты просветительской идеологии: человек и государство, «естественное право», этика. Идея прогресса как господствующее течение в общественной мысли. Россия в эпоху просвещенного абсолютизма. Россия и Европа в XVIII веке. Изменения в международном положении Российской империи.

Россия в XIX столетии. Промышленный переворот в Европе и России: общее и особенное. Важнейшие условия перехода России к индустриальному обществу – решение крестьянского вопроса и ограничение самодержавия. Длительность, непоследовательность, цикличность процесса буржуазного реформирования. Европейская революция 1848–1849 гг. Итоги, значение, исторические последствия.

Роль субъективного фактора в преодолении отставания. Реформы XIX века, их значение. Общественные движения в XIX веке.

Россия и мир на рубеже веков: неравномерность и противоречивость развития. Общие итоги российской модернизации к началу XX века.

Соотношение политических сил в России в начале XX века. Нарастание кризиса самодержавия. Первая российская революция. Образование политических партий. Государственная дума начала XX века как первый опыт российского парламентаризма. Столыпинская аграрная реформа. Первая мировая война и участие в ней России. Февральская революция 1917г. и коренные изменения в политической жизни страны.

### Раздел 3. Всемирно-исторический процесс и XX век. От советского государства к современной России.

Формирование и сущность советского строя (1917-1991гг.). Марксизм как идеологическая основа революционных преобразований и российские реалии. Подготовка и победа Октябрьского вооруженного восстания в Петрограде. II Всероссийский съезд Советов и его решения. Экономическая и социальная политика большевиков. Гражданская война и иностранная интервенция. Судьба и значение НЭПа. Утверждение однопартийной политической системы. Образование СССР. Политическая борьба в партии и государстве. СССР в годы первых пятилеток (конец 20-х гг. – 30-е гг.). Формирование режима личной власти Сталина и командно-административной системы управления государством. Тоталитаризм в Европе и СССР: общее и особенное. Внешняя политика СССР в 20-30-е гг. Деятельность Коминтерна. СССР во второй мировой и Великой Отечественной войне. Решающий вклад Советского Союза в разгром фашизма.

Изменение соотношения сил в мире после второй мировой войны. Начало «холодной войны». «Доктрина Трумэна» и «План Маршалла». Формирование биполярного мира. Взаимоотношения со странами «народной демократии». Создание Совета экономической взаимопомощи. Конфликт с Югославией. Организация Североатлантического договора (НАТО). Создание Организации Варшавского договора. Война в Корее. Трудности послевоенного развития СССР. Ужесточение политического режима и идеологического контроля. Попытки обновления «государственного социализма». XX съезд КПСС и осуждение культа личности Сталина. «Оттепель» в духовной сфере.

Экономические реформы середины 60-х годов, причины их незавершенности. «Государство благоденствия». IV и V Республика во Франции. Образование и Развитие ФРГ. «Экономическое чудо» Японии. Распад колониальной системы. Неоконсерватизм Великобритании. Рейгономика в США.

Нарастание кризисных явлений в советском обществе в 70-е – середине 80-х годов. Новая Конституция СССР. Концепция «развитого социализма». Внешняя политика СССР в конце 60-х начале 80-х гг.: от разрядки к обострению международной обстановки.

«Перестройка»: сущность, цели, задачи, основные этапы, результаты. Распад СССР. Образование СНГ.

Становление новой российской государственности (с 1991- по настоящее время). Либеральная концепция российских реформ: переход к рынку, формирование гражданского общества и правового государства. «Шоковая терапия» экономических реформ в начале 90-х годов. Конституция Российской Федерации 1993г. Межнациональные отношения. Политические партии и общественные движения России на современном этапе. Россия на пути модернизации. Россия в системе мировой экономики и международных связей. Новые геополитические реалии в мире и их влияние на внешнюю политику Российской Федерации.

#### 4 Объем учебной дисциплины.

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,3</b>	<b>48</b>	<b>36</b>
Лекции	0,9	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,4	16	12
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,7</b>	<b>60</b>	<b>45</b>
Контактная самостоятельная работа	1,7		
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		60	45
<b>Вид контроля:</b>			

<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>		

## Аннотация рабочей программы дисциплины

### «Правоведение»

**1 Цель дисциплины** – овладение основами правовых знаний; формирование основ правовой культуры и правомерного поведения гражданина страны.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*УК-11.1, УК-11.2, УК-11.3, ОПК-3.3; ОПК-3.9, ОПК-3.10, ОПК-3.13.*

*Знать:*

– основы российской правовой системы и российского законодательства, основы организации и функционирования судебных и иных правоприменительных и правоохранительных органов;

– правовые и нравственно-этические нормы в сфере профессиональной деятельности;

– правовые нормы, регулирующие отношение человека к человеку, обществу, окружающей среде;

– права и обязанности гражданина;

– основы трудового законодательства;

– основы хозяйственного права;

– основные направления антикоррупционной деятельности в РФ

*Уметь:*

– использовать этические и правовые нормы, регулирующие отношение человека к человеку, обществу, окружающей среде, использовать права и свободы человека и гражданина при разработке социальных проектов;

– использовать и составлять нормативные и правовые документы, относящиеся к профессиональной деятельности, предпринимать необходимые меры к восстановлению нарушенных прав;

– реализовывать права и свободы человека и гражданина в различных сферах жизнедеятельности.

*Владеть:*

– навыками применения законодательства при решении практических задач.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Основы теории государства и права*

1.1 Основы теории государства

1.2 Основы теории права

*Раздел 2. Отрасли публичного права*

2.1 Основы конституционного права

2.2 Основы административного права

2.3 Основы уголовного права

2.4 Коррупция как социальное и правовое явление в современном обществе

2.5 Основы экологического права

2.6 Нормативное правовое регулирование защиты информации. Правовые основы защиты государственной тайны

*Раздел 3. Отрасли частного права*

3.1. Гражданское право: основные положения общей части.

3.2. Авторское и патентное право и правовая защита результатов интеллектуальной.

3.3. Основы хозяйственного (предпринимательского) права.

3.4. Основы семейного права

3.5. Основы трудового права

*Раздел 4. Особенности правового регулирования профессиональной деятельности в отдельных отраслях химической промышленности*

4.1 Основы национальной безопасности, государственной политики и законодательство



в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности.

4.2 Особенности правового регулирования труда работников химической промышленности.

4.3 Нормативно-правовая база регулирования химической и нефтехимической отрасли в России.

Общее количество разделов 4.

#### 4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,9</b>	<b>32</b>	<b>24</b>
Лекции	0,9	32	24
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,1</b>	<b>40</b>	<b>30</b>
Контактная самостоятельная работа	1,1	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		39,8	29,85
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>		

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Философия»

**1. Цель дисциплины «Философия»** – сформировать у студентов комплексное представление о роли и месте философии в системе гуманитарных, социальных и естественных наук, познакомить их с основами философского знания, необходимыми для решения теоретических и практических задач.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения: УК-5.4, УК-5.5, УК-5.8, УК-5.9, УК-5.14.

**знать:** основное содержание главных философских школ и направлений, представителей этих школ, связь и различие их философских идей, связь историко-философских концепций с современными проблемами индивидуальной и общественной жизни;

**уметь:** понимать и анализировать мировоззренческие, социальные и индивидуальные проблемы современной жизни; грамотно вести дискуссию, анализировать особенности межкультурного взаимодействия, обусловленные различием этических, религиозных и ценностных систем, опираясь на наработанный в истории философии материал; применять полученные философские знания к решению профессиональных задач;

**владеть:** представлениями о философии как науке и системе ценностей, ее месте в системе гуманитарного знания; основами философского мышления; категориальным аппаратом изучаемой дисциплины, философскими методами анализа различных проблем, навыками философской культуры для выработки системного, целостного взгляда на действительность и место химии и химической технологии в целостной картине мира.

#### 3. Краткое содержание дисциплины

Введение. Философия, ее происхождение и роль в обществе.

**Раздел 1. Основные философские школы.**

Античная философия (досократики, софисты, Сократ, Демокрит, Платон, Аристотель, эллинистически-римская философия). Основные проблемы средневековой философии и эпохи Возрождения. Философия Нового времени (XVII – XVIII вв.) Идеология Просвещения.

Немецкая классическая философия. Русская философия XIX – XX вв. Основы марксистской философии. Основные направления современной философии.

### **Раздел 2. Философские концепции бытия и познания.**

Проблема бытия в истории философии. Понятия материального и идеального. Основные философские направления: материализм и идеализм. Принцип глобального эволюционизма в современной научной картине мира.

Концепции пространства и времени в истории философии и науки.

Происхождение сознания. Роль труда в происхождении сознания. Идеалистические и материалистические концепции сознания. Сознание и мозг. Сознательное и бессознательное. Сознание и язык. Сознание и самосознание.

Концепции гносеологии в истории философии: сенсуализм, рационализм, скептицизм, агностицизм, концепция врожденных идей, априоризм. Диалектика познания: чувственное и рациональное. Основные теории истины.

### **Раздел 3. Проблемы человека в философии.**

Человек как предмет философского анализа в истории философии. Происхождение человека: природные и социальные условия антропосоциогенеза. Биологическое и социальное в человеке. Индивид, индивидуальность, личность.

Смысл жизни и предназначение человека. Жизнь, смерть, бессмертие. Движение ненасилия, его роль в современной жизни. Цели и ценности. Свобода воли и ответственность личности. Нравственные, религиозные, эстетические ценности.

### **Раздел 4. Философия истории и общества**

Человек в системе социальных связей. Личность и массы, свобода и необходимость. Философия истории: формационная и цивилизационная концепции исторического развития. Прогрессистские и циклические модели развития. Глобальные проблемы современности. Концепция устойчивого развития и сценарии будущего.

Общество и его структура. Социальная, политическая и духовная сферы общества. Концепции государства в истории философской мысли. Гражданское общество и правовое государство.

### **Раздел 5. Философские проблемы химии и химической технологии**

Научное и вненаучное знание. Структура научного знания, его методы и формы. Научные революции и смена типов рациональности. Наука в современном мире. Этика науки и ответственность ученого.

Проблема соотношения науки и техники. Социальные последствия научно-технического прогресса. Этические и экологические императивы развития науки и техники.

Место химии в системе естественных наук. Основная проблема химии как науки и производства. Цели и задачи химической технологии. Специфика химико-технологического знания: фундаментальное и прикладное, эмпирическое и теоретическое.

## **4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия</b>	<b>1,33</b>	<b>48,4</b>	<b>36,3</b>
Лекции:	0,89	32	24
Практические занятия:	0,44	16	12
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>1,67</b>	<b>60</b>	<b>45</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,67	60	45
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>		

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Основы экономики и управления производством»**

**1 Цель дисциплины** – получение системы знаний об экономических закономерностях функционирования промышленного производства в системе национальной экономики, формирование экономического мышления и использование полученных знаний в практической деятельности.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*УК-10.1; УК-10.2; УК-10.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.4; ОПК-3.5; ОПК-3.6; ОПК-3.7; ОПК-3.11; ОПК-3.14; ОПК-3.15; ОПК-3.16; ОПК-3.17*

*Знать:*

- основы экономической культуры, в том числе финансовой грамотности;
- основы российской правовой системы и российского законодательства, правовые и нравственно-этические нормы в сфере профессиональной деятельности;
- правовые нормы, регулирующие отношение человека к человеку, обществу, окружающей среде;
- основные категории и законы экономики;
- основы экономической деятельности предприятия, его структуру и отраслевую специфику; классификацию предприятий по правовому статусу;
- содержание этапов разработки оперативных планов работы первичных производственных подразделений.

*Уметь:*

- использовать знания основ экономики при принятии обоснованных решений в различных областях деятельности;
- использовать знания основ экономики при решении производственных задач;
- основами хозяйственного и экологического права;
- проводить технико-экономический анализ инженерных решений.

*Владеть:*

- навыками выбора экономически обоснованных решений в различных областях жизнедеятельности;
- методами разработки производственных программ и плановых заданий для первичных производственных подразделений;
- навыками выбора экономически обоснованных решений с учетом имеющихся ограничений.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Введение. Основы рыночной экономики**

Тема 1: Экономические потребности, блага и ресурсы. Экономические системы и их сущность. Общественное производство и экономические отношения. Производственные возможности общества и экономический выбор. Кривая производственных возможностей. Закон убывающей предельной полезности. Типы и модели экономических систем. Элемент экономической системы. Традиционная экономическая система. Собственность: формы и пути их преобразования.

Тема 2: Рыночный механизм спроса и предложения. Совершенная и несовершенная конкуренции. Товарный (рыночный) тип общественного производства. Сущность и условия возникновения рынка. Виды рынков и их структура. Функции рынка. Товар и его свойства. Спрос и предложение на рынке. Понятие «эластичность». Эластичность спроса и предложения, точечная и дуговая. Совершенная и несовершенная конкуренции. Монополия. Максимизация прибыли монополистом. Олигополия.

Тема 3: Понятие национальной экономики, основные макроэкономические показатели. Понятия совокупного спроса и совокупного предложения, факторы, влияющие на их изменения.

Потребления и сбережения. Экономический кругооборот. Производство, обмен и распределение. Потребление, сбережение, инвестиции товаров и услуг.

Тема 4: Финансовая система и финансовая политика общества. Государственный бюджет и государственный долг. Налоги и налоговая система.

## **Раздел 2. Экономические основы управления производством**

Тема 5: Предприятие как субъект рыночного хозяйства. Экономические законы и особенности их проявления на предприятии. Роль специалиста химической промышленности. Предприятие в системе рыночной экономики. Предприятие – как субъект и объект предпринимательской деятельности. Законодательная база предпринимательской деятельности. Нормативно-правовые акты, регламентирующие деятельность предприятия. Организационно-правовые формы предпринимательской деятельности и критерии их выбора. Формы собственности. Внешняя и внутренняя среда предприятия.

Тема 6: Материально-техническая база производства. Сырьевая и топливно-энергетическая база химических производств. Производственная программа и производственная мощность предприятия. Качество и конкурентоспособность продукции. Экономическое обоснование выбора сырья и топлива. Ресурсосбережение. Альтернативные источники сырья и энергии. Организация складского хозяйства.

Тема 7: Материально-технические ресурсы предприятия. Основные производственные фонды химических предприятий: понятие, классификация и структура. Понятие и структура основных средств. Оценка основных средств. Методы оценки основных фондов. Показатели использования основных производственных фондов. Износ и амортизация основных фондов. Оценка эффективности использования основных производственных фондов. Воспроизводство основных средств. Оборотные средства предприятия: понятие, состав и структура. Источники формирования оборотных средств. Оборачиваемость оборотных средств. Материальные запасы на предприятии. Определение потребности в оборотных средствах.

Тема 8: Трудовые ресурсы предприятия. Персонал предприятия и его структура. Основы организации труда на предприятии. Эффективность использования персонала и рабочего времени. Производительность труда и оплата труда. Организация заработной платы на предприятии. Состав и структура промышленно-производственного персонала. Производительность труда: понятие, показатели и методы измерения. Индивидуальная и общественная производительность труда. Резервы и факторы повышения производительности труда. Формы, системы и размер оплаты труда на предприятии.

## **Раздел 3. Техничко-экономический анализ инженерных решений**

Тема 9: Доходы и расходы на производство, и реализацию продукции предприятия. Издержки производства продукции (себестоимость), прибыль, рентабельность и ценообразование. Понятие затраты на производство и реализацию продукции (себестоимость). Виды и значение классификации затрат. Структура затрат на производство и реализацию продукции. Техничко-экономический анализ инженерных решений. Особенности расчета затрат на производство и реализацию продукции в комплексных производствах. Основные пути снижения затрат на производство продукции. Доходы предприятия. Понятие прибыли и дохода предприятия, методы их расчета. Рентабельность, ее виды и методы расчета. Пути повышения прибыли и рентабельности на предприятиях.

Тема 10: Ценообразование и ценовая политика. Цена на продукцию и принципы ценообразования. Виды цен. Структура цены, система цен. Взаимосвязи цен и издержек. Ценовая политика. Разработка ценовой стратегии.

Тема 11: Финансово-кредитные отношения предприятий и система налогообложения. Понятие, состав и структура финансов предприятия. Принципы налогообложения. Налоги и платежи, установленные законодательством: виды, ставки, объекты налогообложения и сроки уплаты налога в бюджет.

#### 4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,89</b>	<b>32</b>	<b>24</b>
Лекции	0,44	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,10</b>	<b>75,6</b>	<b>56,7</b>
Контактная самостоятельная работа	2,10	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		75,6	56,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

#### Аннотация рабочей программы дисциплины

##### «Социально-психологические основы развития личности»

**1 Цель дисциплины** – формирование социально ответственной личности, способной к самоорганизации и развитию, умеющей выстраивать и реализовывать свою жизненную стратегию, способной управлять своим временем в новых социальных реалиях, в условиях непрерывного образования, умеющей осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде.

##### **2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен**

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-3.5, УК-3.6, УК-5.10, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5, УК-6.6, УК-9.1, УК-9.2, УК-9.3

*Знать:*

– сущность проблем организации и самоорганизации личности, ее поведения в группе в условиях современного общества и непрерывного образования;

– методы самоорганизации и развития личности, выстраивания и реализации траектории саморазвития, выработки целеполагания и мотивационных установок, развития коммуникативных способностей и поведения в группе;

– общую концепцию технологий организации времени и повышения эффективности его использования;

– методики изучения социально-психологических явлений в сфере управления и самоуправления личности, группы, организации.

*Уметь:*

– планировать и решать задачи личностного и профессионального развития;

– анализировать свои возможности и ограничения, использовать методы самодиагностики, самопознания, саморегуляции и самовоспитания;

– устанавливать с коллегами (однорूपниками) отношения, характеризующиеся эффективным уровнем общения;

– творчески применять в решении практических задач инструменты технологий организации времени и повышения эффективности его использования.

*Владеть:*

– социальными и психологическими технологиями самоорганизации и развития личности, выстраивания и реализации траектории саморазвития;

– инструментами оптимизации использования времени, навыками планирования личного и учебного времени, навыками самообразования;

- теоретическими и практическими навыками предупреждения и разрешения внутриличностных и групповых конфликтов;
- способами мотивации членов коллектива к личностному и профессиональному развитию;
- способностями к конструктивному общению в команде, рефлексии своего поведения и лидерскими качествами.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Общество: новые условия и факторы развития личности*

1.3 Современное общество в условиях глобализации и информатизации.

1.4 Социальные процессы

1.5 Институты социализации личности

1.6 Институт образования

1.7 Социальная значимость профессии.

1.8 «Моя профессия в современном российском обществе»

*Раздел 2. Личность. Социальные и психологические технологии самоорганизации и саморазвития*

2.7 Психология личности

2.8 Стратегии развития и саморазвития личности

2.9 Самоорганизация и самореализация личности

2.10 Личность в системе непрерывного образования

2.11 Целеполагание в личностном и профессиональном развитии. Практикум «Построение карьеры».

*Раздел 3. Группа. Социальные и психологические технологии группового поведения и лидерства*

3.6. Коллектив и его формирование. Практикум «Психология общения»

3.7. Стили руководства и лидерства. Практикум «Командообразование. Лидерство»

3.8. Практикум «Управление конфликтными ситуациями в коллективе»

3.9. Практикум «Мотивы личностного роста»

3.10. Социально-психологическое обеспечение управления коллективом. Практикум «Искусство управлять собой»

Общее количество разделов 3.

### **4 Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,88</b>	<b>32,0</b>	<b>24</b>
Лекции	0,44	16,0	12
Практические занятия (ПЗ)	<b>0,44</b>	<b>16,0</b>	<b>12</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,11</b>	<b>40</b>	<b>30</b>
Контактная самостоятельная работа	1,11	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		39,8	29,85
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>		

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Общая и неорганическая химия»**

**1 Цель дисциплины** – приобретение знаний и компетенций, формирование современных представлений в области теоретических основ химии и химии элементов.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ОПК-1.1; ОПК-1.5; ОПК-1.9.

*Знать:*

- электронное строение атомов и молекул;
- основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение вещества в конденсированном состоянии;
- основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния;
- методы описания химических равновесий в растворах электролитов;
- строение и свойства координационных соединений;
- получение, химические свойства простых и сложных неорганических веществ.

*Уметь:*

- выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ;
- использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач;
- прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях.

*Владеть:*

- теоретическими методами описания строения и свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов;
- основными навыками работы в химической лаборатории;
- экспериментальными методами определения некоторых физико-химических свойств неорганических соединений.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### *Раздел 1. Принципы химии*

##### 1.1 Строение атома.

Волновые свойства материальных объектов. Уравнение де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Понятие о квантовой механике и уравнении Шредингера.

##### 1.2 Периодический закон и периодическая система.

Современная формулировка периодического закона. Периодическая система и ее связь со строением атомов. Заполнение электронных слоев и оболочек атомов в периодической системе элементов Д.И. Менделеева.

##### 1.3 Окислительно-восстановительные процессы.

Степени окисления. Важнейшие окислители и восстановители. Важнейшие схемы превращения веществ в окислительно-восстановительных реакциях.

##### 1.4. Химическая связь и строение молекул.

Ковалентная связь, основные положения метода валентных связей. Рассмотрение схем перекрывания атомных орбиталей при образовании связей в молекулах. Гибридизация волновых функций. Основные положения метода молекулярных орбиталей (МО ЛКАО). Метод Гиллеспи. Общие сведения о комплексных соединениях, их строение. Межмолекулярная и внутримолекулярная водородная связь. Ионная связь как предельный случай ковалентной связи. Общие представления о межмолекулярном взаимодействии: ориентационное, индукционное, дисперсионное взаимодействия.

##### 1.5. Понятие о химической термодинамике.

Термодинамические функции состояния (характеристические функции). Внутренняя энергия и энтальпия, их физический смысл. Термохимия и термохимические уравнения. Закон Гесса и следствия из него. Понятие об энтропии, абсолютная энтропия и строение вещества. Изменение энтропии в различных процессах.

##### 1.6. Понятие о химической кинетике. Химическое равновесие.

Одностадийные и сложные реакции. Закон действующих масс. Константа скорости реакции. Молекулярность и порядок реакции. Зависимость скорости реакции от температуры; энтальпия активации. Гомогенный и гетерогенный катализ.

Истинное и кажущееся равновесия. Константа химического равновесия. Смещение химического равновесия, принцип Ле-Шателье – Брауна.

Энергия Гиббса, ее связь с энтропией и энтальпией. Физический смысл энергии Гиббса. Энтропийный и энтальпийный факторы процесса. Связь  $\Delta G^\circ_T$  с константой равновесия.

#### 1.7. Растворы. Равновесия в растворах.

Процессы, сопровождающие образование жидких истинных растворов неэлектролитов и электролитов. Ассоциированные и неассоциированные электролиты. Степень диссоциации. Константа диссоциации. Равновесие в системе, состоящей из насыщенного раствора малорастворимого электролита и его кристаллов. Равновесие в растворах комплексных соединений. Равновесие диссоциации воды, ионное произведение воды и его зависимость от температуры. Шкала pH. Гидролиз солей.

### Раздел 2. Неорганическая химия

#### 2.1. Химия s-элементов. 2.2. Химия p-элементов.

Водород-первый элемент периодической системы, его двойственное положение. Элементы 1–2 и 13–18 групп периодической системы. Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, электроотрицательности и энергии ионизации атомов. Типичные степени окисления. Химические свойства простых веществ. Закономерности в строении и свойствах основных типов соединений, их получение. Природные соединения, получение и применение.

#### 2.3. Химия d-элементов. 2.4. Химия f-элементов.

Элементы 3–12 групп периодической системы. Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, энергии ионизации, характерных степеней окисления, координационных чисел атомов. Природные соединения, получение и сопоставление физических и химических свойств простых веществ. Строение и свойства основных типов соединений. Особенности f-элементов.

### 4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		1 Семестр 2			
			ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>12</b>	<b>432</b>	<b>7</b>	<b>252</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>6,23</b>	<b>224</b>	<b>3,56</b>	<b>128</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>
Лекции	1,78	64	0,89	32	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	0,89	32	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	3,56	128	1,78	64	1,78	64
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3,77</b>	<b>136</b>	<b>2,44</b>	<b>88</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>
Контактная самостоятельная работа	3,77	-	2,44	-	1,33	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		136		88		48
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Экзамен</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,8	1	0,4	1	0,4
Подготовка к экзамену		71,2		35,6		35,6



<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>
--------------------------------	--	--	----------------	----------------

Вид учебной работы	Всего		1 Семестр 2			
			1		2	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>12</b>	<b>324</b>	<b>7</b>	<b>189</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа-аудиторные занятия:</b>	<b>6,23</b>	<b>168</b>	<b>3,56</b>	<b>96</b>	<b>2,67</b>	<b>72</b>
Лекции	1,78	48	0,89	24	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	24	0,89	24	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	3,56	96	1,78	48	1,78	48
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3,77</b>	<b>102</b>	<b>2,44</b>	<b>66</b>	<b>1,33</b>	<b>36</b>
Контактная самостоятельная работа	3,77	-	2,44	-	1,33	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		102		66		36
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Экзамен</b>	<b>2</b>	<b>54</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	<b>2</b>	0,6	1	0,3	1	0,3
Подготовка к экзамену		53,4		26,7		26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>экзамен</b>		<b>экзамен</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Органическая химия»

**1 Цель дисциплины** – приобретение студентами знаний о строении органических соединений, основных химических свойствах различных классов органических соединений и методах их получения, как промышленных, так и лабораторных.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ОПК-1.2; ОПК-1.6; ОПК-1.10.

*Знать:*

- теоретические основы строения и свойств различных классов органических соединений;
- способы получения и химические свойства основных классов органических соединений;
- основные механизмы протекания органических реакций;

*Уметь:*

- применять теоретические знания для синтеза органических соединений различных классов;
- анализировать и предсказывать реакционные свойства органических соединений;
- составлять схемы синтеза органических соединений, заданного строения;

*Владеть:*

- основами номенклатуры и классификации органических соединений;
- основными теоретическими представлениями в органической химии;
- навыками обоснования рациональных способов получения органических веществ.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Теория химического строения и насыщенные углеводороды (УВ).*

1.1. Природа химической связи

Природа ковалентной связи. Формулы Льюиса. Формальный заряд. Теория гибридизации АО. Теория отталкивания электронных пар валентной оболочки (ОЭПВО) и форма молекул. Атомно-орбитальные модели. Эффекты в органической химии. Понятие о механизме химической реакции. Промежуточные соединения и частицы органических реакций.

1.2 Алканы

Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Физические свойства. Общая характеристика реакционной способности. Постулат Хэммонда..

### 1.3 Стереоизомерия

Типы стереоизомеров: конформеры, геометрические изомеры, энантиомеры. Оптическая изомерия. Хиральность. Энантиомеры. Рацемическая смесь. Способы пространственного изображения оптических изомеров. Относительная и абсолютная конфигурации. Проекция Фишера. D,L-Номенклатура. R,S-Номенклатура. Понятие об оптической активности соединений с двумя асимметрическими центрами.

### 1.4 Циклоалканы

Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Конформации. Типы напряжений в циклах. Физические свойства. Реакции циклоалканов.

## *Раздел 2. Ненасыщенные углеводороды.*

### 2.1. Алкены

Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное строение. Физические свойства. Реакции алкенов.

### 2.2 Алкины

Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Физические свойства. Реакции алкинов.

### 2.3. Алкадиены и полиены

Понятие о перициклических реакциях. Гомологический ряд. Классификация. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Реакции 1,3-алкадиенов. Понятие о перициклических реакциях. Циклоприсоединение.. Особенности реакций Дильса-Альдера.

## *Раздел 3. Ароматические соединения.*

### 3.1 Теории ароматичности.

Современные представления о строении бензола. Ароматический характер бензола. Энергия сопряжения. Общие критерии ароматичности.

### 3.2 Соединения бензольного ряда

Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Физические свойства. Общая характеристика реакционной способности.

## *Раздел 4. Галогенопроизводные. Спирты, фенолы, простые эфиры.*

### 4.1 Галогенопроизводные

Классификация. Номенклатура.

Алкил- и аллилгалогениды. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Физические свойства.

Реакции нуклеофильного замещения и отщепления. Бимолекулярный механизм нуклеофильного замещения ( $S_N2$ ).

Мономолекулярный механизм нуклеофильного замещения. Реакции отщепления.  $\beta$ -Элиминирование. Механизмы  $E1$  и  $E2$ . Ароматические галогенопроизводные. Механизм замещения галогена в активированных галогенаренах ( $S_N2$  аром). Неактивированные галогенопроизводные ароматических углеводородов; ариновый механизм замещения галогена.

### 4.2 Элементорганические соединения.

Характеристика связей углерод-элемент в зависимости от положения элемента в Периодической системе элементов. Металлорганические соединения. Номенклатура. Способы получения литий- и магнийорганических соединений. Реакция Гриньяра, механизм. Строение реактивов Гриньяра. Их реакции с соединениями, содержащими активный атом водорода: кислотами, спиртами, аминами.

### 4.3 Спирты.

Одноатомные спирты. Классификация и номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Химические свойства.

### 4.4 Фенолы

Классификация и номенклатура. Способы получения. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Химические свойства

#### 4.5 Простые эфиры

Классификация и номенклатура. Способы получения. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Химические свойства.

#### 4.6 Эпоксисоединения

Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Физические свойства. Пространственное и электронное строение этиленоксида. Химические свойства. Механизмы реакций и направление раскрытия кольца. Применение в промышленном органическом синтезе.

### *Раздел 5. Альдегиды, кетоны. Карбоновые кислоты и их производные.*

#### 5.1. Альдегиды и кетоны

Классификация и номенклатура. Способы получения. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Химические свойства.

#### 5.2 Одноосновные карбоновые кислоты.

Классификация и номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Физические свойства. Химические свойства.

5.3 Функциональные производные карбоновых кислот: галогенангидриды (ацилгалогениды), ангидриды, сложные эфиры, амиды, нитрилы.

Способы получения. Особенности пространственного и электронного строения. Важнейшие свойства. Реакции N- и O-ацилирования. их механизмы. Кетены и дикетены.

#### 5.4 Многоосновные карбоновые кислоты.

Дикарбоновые кислоты жирного и ароматического ряда. Номенклатура. Способы получения. Физические и химические свойства. Малоновый эфир. Получение. Строение, СН-Кислотность. Реакции конденсации малонового эфира и малоновой кислоты с альдегидами.

#### 5.5 Замещённые карбоновых кислот.

Галогенозамещенные кислоты. Классификация и номенклатура. Способы получения  $\alpha$ - и  $\beta$ -галогенозамещенных кислот. Химические свойства. Гидроксикислоты: классификация и номенклатура. Способы получения. Особенности свойств  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -гидроксикислот. Лактоны. Аминокислоты. Способы получения. Строение. Важнейшие физические и химические свойства.

### *Раздел 6. Азотсодержащие и гетероциклические соединения.*

#### 6.1. Нитросоединения

Классификация и номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Химические свойства. Таутомерия первичных и вторичных алифатических нитросоединений. Реакции.

#### 6.2. Амины

Классификация и номенклатура. Способы получения. Физические свойства. Химические свойства.

#### 6.3 Аза- и diaзосоединения

Получение diaзосоединений реакцией diaзотирования: условия проведения реакции и механизм; различия в устойчивости насыщенных и ароматических diaзосоединений. Физические свойства. Пространственное и электронное строение ароматических diaзосоединений в зависимости от pH среды, таутомерные превращения. Химические свойства. Азосочетание. Получение и применение азасоединений. Синтез.

#### 4 Объем учебной дисциплины.

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			2 семестр		3 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>9</b>	324	<b>3</b>	108	<b>6</b>	216
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>3,11</b>	112	<b>1,33</b>	48	<b>1,78</b>	64
Лекции	1,33	48	0,44	16	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	0,89	32	0,89	32
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4,89</b>	<b>176</b>	<b>1,67</b>	<b>60</b>	<b>3,22</b>	<b>116</b>
Контактная самостоятельная работа		0,4		0,4		-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	4,89	175,6	1,67	59,6	3,22	116
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	-	-	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	-	-	1	0,4
Подготовка к экзамену.		35,6		-		35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Экзамен</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			2 семестр		3 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>9</b>	243	<b>3</b>	81	<b>6</b>	162
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>3,11</b>	84	<b>1,33</b>	36	<b>1,78</b>	48
Лекции	1,33	36	0,44	12	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	1,78	48	0,89	24	0,89	24
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4,89</b>	<b>132</b>	<b>1,67</b>	<b>45</b>	<b>3,22</b>	<b>87</b>
Контактная самостоятельная работа		0,3		0,3		-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	4,89	131,7	1,67	44,7	3,22	87
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	-	-	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3	-	-	1	0,3
Подготовка к экзамену.		26,7		-		26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Экзамен</b>	

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Аналитическая химия»

**1 Цель дисциплины** – приобретение обучающимися знаний и компетенций, необходимых для решения конкретных задач химического анализа.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.4; ОПК-5.6

*Знать:*

- основные понятия, термины, методы и приемы качественного и количественного химического анализа;
- теоретические основы физико-химических методов анализа;
- принципы работы основных приборов, используемых для проведения качественного и количественного анализа;

*Уметь:*

- применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных аналитических задач;
- проводить обоснованный выбор метода анализа с учетом целей и особенностей данной практической задачи;
- проводить расчеты на основе проведенных исследований;
- проводить метрологическую оценку результатов количественного химического анализа

*Владеть:*

- основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа;
- приемами интерпретации результатов анализа на основе квалитетрических оценок;
- методологией химических и физико-химических методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике

### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Идентификация ионов элементов в растворах*

1.1 Введение в современную аналитическую химию.

Аналитическая химия как основа методов изучения и контроля химического состава веществ в материальном производстве, научных исследованиях, в контроле объектов окружающей среды. Виды анализа. Элементный, молекулярный, фазовый и изотопный анализ. Количественный и качественный анализ органических и неорганических веществ. Химические, физико-химические методы анализа, их взаимосвязь, соотношение и применение. Аналитический сигнал как носитель качественной и количественной информации об объекте анализа. Постановка аналитической задачи. Алгоритм проведения анализа: отбор средней пробы, подготовка пробы к анализу, измерение аналитического сигнала и его метрологическая оценка, расчет результатов анализа и их интерпретация. Примеры решения задач аналитического контроля в химической технологии, в анализе объектов окружающей среды и др. Понятия о современных методах элементного анализа: атомно-эмиссионный анализ, атомно-абсорбционный анализ, рентгенофлуоресцентный анализ.

1.2 Специфика задач аналитической химии.

Основные термины аналитической химии. Обнаружение. Определение. Анализ. Аналитические химические реакции как основа химического анализа. Качественные и количественные аналитические химические реакции. Требования, предъявляемые к ним. Специфика аналитических реакций, используемых в анализе. Аналитическая форма и аналитические признаки. Аналитические реакции и аналитические эффекты. Характеристики аналитических реакций: чувствительность, избирательность (селективность). Групповые,

общие, частные, характерные и специфические реакции. Пути повышения избирательности и чувствительности аналитических реакций.

1.3 Химические равновесия в гомогенных и гетерогенных системах, применяемых в аналитической химии.

Основные типы реакций, применяемых в аналитической химии (осаждения, кислотно-основные, комплексообразования, окисления-восстановления). Состояние ионов элементов в растворах. Константы равновесия аналитических реакций: термодинамические, концентрационные, условные. Факторы, влияющие на химическое равновесие (комплексообразование, образование малорастворимых соединений, изменение степени окисления определяемого иона, влияние природы растворителя, ионной силы, температуры, состава раствора).

Равновесия в аналитически важных протолитических системах. Константы кислотности и основности. Уравнения материального баланса. Вычисление рН растворов кислот и оснований различной силы, смесей кислот и оснований. Буферные растворы, используемые в химическом анализе: их состав, свойства (буферная емкость, область буферирования), расчет рН, применение в аналитической химии.

Аналитические реакции комплексообразования, осаждения, окисления-восстановления. Общие, ступенчатые и условные константы устойчивости комплексных соединений. Использование реакций комплексообразования в аналитической химии (обнаружение и количественное определение, маскирование). Использование реакций осаждения в аналитических целях. Константа равновесия реакций осаждения-растворения; факторы, влияющие на растворимость осадков. Расчет условий осаждения и растворения осадков. Окислительно-восстановительные равновесия. Стандартный и реальный окислительно-восстановительные потенциалы.

Химические и физико-химические способы определения рН растворов. Равновесия аналитических реакций комплексообразования и управление ими. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Константа равновесия и ее химико-аналитическое значение. Расчет коэффициентов побочных реакций.

1.4. Качественные и количественные аналитические реакции с органическими аналитическими реагентами в анализе неорганических веществ.

Органические аналитические реагенты (ОР). Классификация ОР по типу реакций с неорганическими ионами. Комплексообразующие ОР и строение их молекул: функционально-аналитическая и аналитико-активная группы. Особенности и преимущества использования ОР, области применения. Дополнительно: теория действия комплексообразующих ОР, учет ионного состояния ОР и металла. Гипотеза аналогий и практические выводы из нее. Природа химической связи в комплексах ОР с ионами металлов и ее проявление в цветности комплексов. Реакции ОР с хромофорными элементами. Интенсивность окраски аналитических форм и интенсивность поглощения. Использование реакций органических реагентов в фотометрическом анализе.

## *Раздел 2. Количественный химический анализ*

### 2.1. Принципы и задачи количественного анализа.

Классификация методов количественного анализа. Требования, предъявляемые к химическим реакциям в количественном анализе. Этапы количественного определения. Характеристика результатов количественного химического анализа. Определение содержания вещества в растворе, расчетные формулы. Способы представления результатов анализа. Тесты на выявление систематических погрешностей в результатах количественного химического анализа. Пробоотбор и пробоподготовка.

2.2. Титриметрический анализ. Типы реакций, используемых в титриметрии. Требования, предъявляемые к ним.

Принцип титриметрии. Титрование и его этапы. Графическое изображение процесса титрования – кривые титрования, их виды. Скачок на кривой титрования, точка эквивалентности (Т.Э.) и конечная точка титрования (К.Т.Т.). Первичные и вторичные стандарты. Приемы титриметрического анализа: прямое и обратное титрование, косвенные методы. Типы реакций, используемых в титриметрическом анализе; требования, предъявляемые к ним.

Дополнительно: инструментальные методы индикации ТЭ. Потенциометрическое титрование. Метод Грана. Другие способы установления конечной точки титрования.

### 2.3. Реакции нейтрализации в количественном химическом анализе.

Методы кислотно-основного титрования. Сущность метода кислотно-основного титрования. Кривые кислотно-основного титрования. Расчет и построение теоретических кривых титрования сильных и слабых одноосновных протолитов. Факторы, влияющие на величину скачка на кривых кислотно-основного титрования. Способы установления конечной точки титрования. Кислотно-основные индикаторы, интервал перехода окраски индикатора, показатель титрования (рТ). Правило выбора индикатора для конкретного случая титрования. Практическое применение реакций кислотно-основного взаимодействия. Потенциометрическое титрование на основе реакций кислотно-основного взаимодействия. Индикаторные погрешности и их оценка.

### 2.4. Аналитические реакции комплексообразования и осаждения в количественном химическом анализе.

Использование комплексообразования в химическом анализе. Неорганические и органические лиганды. Комплексоны и их свойства. Условные константы устойчивости комплексонов и их практическое использование. Обоснование выбора оптимальных условий комплексонометрического титрования. Кривые комплексонометрического титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривых титрования. Способы установления Т.Э. и К.Т.Т. Металлохромные индикаторы, принцип их действия. Выбор индикатора для конкретного случая титрования. Аналитические возможности метода комплексонометрического титрования. Применение комплексонов в аналитической химии в качестве маскирующих агентов. Применение химических реакций комплексообразования в фотометрическом анализе, в методе кондуктометрического титрования. Реакции осаждения в количественном химическом анализе. Гравиметрический анализ. Теоретическое обоснование выбора оптимальных условий осаждения кристаллических и аморфных осадков. Применение химических реакций осаждения в методе потенциометрического титрования, в методе турбидиметрии. Особенности реакций комплексообразования (хелатообразования) ионов металлов с ЭДТА. Осадительное титрование.

### 2.5. Аналитические реакции окисления-восстановления в количественном химическом анализе.

Окислительно-восстановительная реакция и окислительно-восстановительный потенциал. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций. Выбор титранта и оптимальных условий титрования. Кривые окислительно-восстановительного титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования. Индикация конечной точки титрования химическими и физико-химическими методами. Перманганатометрия. Характеристика метода. Условия проведения перманганатометрических определений. Вещества, определяемые перманганатометрическим методом. Достоинства и недостатки метода. Иодометрия. Характеристика метода, условия проведения иодометрического определения веществ. Достоинства и недостатки метода. Применение реакций окисления-восстановления в методе потенциометрического титрования.

### 2.6. Ионообменная хроматография в количественном химическом анализе.

Требования, предъявляемые к реакциям ионного обмена. Изотерма ионного обмена. Выбор оптимальных условий ионообменного разделения веществ. Применение ионообменной хроматографии в аналитической химии органических и неорганических соединений: разделение, очистка, концентрирование и т.д.

## Раздел 3. Введение в физико-химические (инструментальные) методы анализа

### 3.1. ФХМА – составная часть современной аналитической химии.

Классификация физико-химических методов анализа. Аналитический сигнал как информативная функция состава вещества и его количества. Примеры аналитических сигналов и их измерений в ФХМА.

### 3.2. Метрологические основы аналитических методов.

Основные аналитико-метрологические характеристики методов и результатов анализа, способы их оценки: предел обнаружения, коэффициент чувствительности, нижняя и верхняя граница диапазона определяемых содержаний, селективность, прецизионность в условиях



сходимости (повторяемости) и воспроизводимости, правильность, экспрессность. Обобщенные сведения о ГОСТ Р ИСО 5725 (2002).

3.3. Общая характеристика спектральных, электрохимических и хроматографических методов анализа. Представление о фотометрических, потенциометрических методах анализа и ионнообменной хроматографии.

#### 4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,79</b>	<b>64,4</b>	<b>48,3</b>
Лекции	0,45	16	12
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	1,34	48,4	36,3
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,21</b>	<b>80</b>	<b>60</b>
Контактная самостоятельная работа	2,21	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		79,6	59,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Физическая химия»

**1. Цель дисциплины** – раскрыть смысл основных законов, управляющих ходом химического процесса, показать области приложения этих законов и научить студента грамотно применять их при решении конкретных теоретических и практических задач, понять основные кинетические закономерности протекания химических процессов и роль катализа для химической технологии.

#### **2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ОПК-1.3, ОПК-1.7, ОПК-1.11.

*Знать:*

- основные законы физической химии, взаимосвязь физических и химических характеристик процесса;
- пути определения важнейших характеристик химического равновесия (константы равновесия, равновесного выхода продукта, степени превращения исходных веществ) и влияния различных факторов на смещение химического равновесия;
- термодинамическое описание свойств идеальных и неидеальных растворов, подходы к нахождению парциальных молярных величин компонентов раствора.
- теорию гальванических явлений;
- теории кинетики, пути теоретического расчета скоростей химических реакций и ограничения в применимости расчетных методов;
- основные черты гомогенного и гетерогенного катализа, причины ускорения химического процесса в присутствии катализатора.

*Уметь:*

- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии при решении профессиональных задач;

- предсказывать и находить оптимальные условия проведения химического процесса с целью получения максимально возможного выхода интересующего продукта;
- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии для решения вопросов, возникающих при изучении кинетики химических реакций;
- проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов.

*Владеть:*

- комплексом современных теоретических методов физической химии для решения конкретных исследовательских задач;
- навыками определения состояния равновесия и самопроизвольного направления химического процесса;
- знаниями основных законов физической химии для содержательной интерпретации термодинамических расчётов;
- методами определения порядка и скорости реакции, установления лимитирующей стадии и механизма изучаемой химической реакции;
- навыками составления гальванических элементов для целей определения термодинамических характеристик и констант равновесия исследуемой реакции;
- знаниями основных законов химической кинетики, влияния различных факторов (температуры, давления, катализатора) на скорость химической реакции.

### 3. Краткое содержание дисциплины

4

семестр

#### Раздел 1. Химическая термодинамика

##### 1.1. Первый закон термодинамики

Термодинамические системы и термодинамические параметры. Экстенсивные и интенсивные свойства системы. Термодинамический процесс. Функции состояния и функции процесса. Внутренняя энергия и энтальпия, их свойства. Теплота и работа как формы передачи энергии. Работа расширения газа и полезная работа. Формулировки первого начала термодинамики. Взаимосвязь теплоты, работы и изменения внутренней энергии в изохорном, изобарном и изотермическом процессах. Теплоёмкость вещества – изохорная или изобарная, молярная, удельная. Теплоёмкость идеальных газов, взаимосвязь молярных теплоёмкостей  $C_p$  и  $C_v$  идеального газа. Теплоёмкость твердых веществ и жидкостей. Зависимость молярной изобарной теплоёмкости вещества от температуры, эмпирические уравнения (степенные ряды), их применимость. Закон кубов Дебая, правило Дюлонга и Пти. Средняя изобарная теплоёмкость вещества в интервале температур. Температурная зависимость приращения энтальпии вещества ( $H_T - H_0$ ) при постоянном давлении с учётом фазовых переходов. Тепловой эффект химического процесса. Основное стандартное состояние. Стандартные энтальпии образования и сгорания веществ. Применение закона Гесса для вычисления тепловых эффектов химических и физико-химических процессов. Связь тепловых эффектов при постоянном объеме и при постоянном давлении. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Вывод и анализ уравнения Кирхгофа в дифференциальной форме. Интегрирование уравнения Кирхгофа.

##### 1.2. Второй закон термодинамики.

Самопроизвольные и несамопроизвольные, обратимые и необратимые, равновесные (квазистатические) и неравновесные процессы. Работа равновесного и неравновесного процессов. Формулировки второго начала термодинамики. Энтропия как критерий направленности самопроизвольных процессов и равновесия в изолированных системах. Зависимость энтропии вещества от параметров состояния (температуры, давления, объема). Расчет изменения энтропии в различных процессах, связанных с изменением состояния идеального газа, а также чистых твёрдых или жидких веществ. Изменение энтропии в процессе

смешения идеальных газов. Изменение энтропии при фазовых переходах. Тепловая теорема Нернста, постулат Планка (третье начало термодинамики). Статистическая интерпретация второго начала термодинамики, уравнение Больцмана-Планка. Вычисление абсолютной энтропии вещества. Расчет изменения энтропии в химических реакциях при различных температурах. Объединенное уравнение I и II законов термодинамики. Энергия Гельмгольца и энергия Гиббса как критерии направленности процессов и равновесия в закрытых системах. Характеристические функции. Зависимость энергии Гельмгольца и энергии Гиббса от параметров состояния. Температурная зависимость энергии Гиббса вещества с учётом фазовых переходов. Род фазового перехода (первый, второй). Уравнения Гиббса-Гельмгольца. Расчет изменений стандартных энергий Гиббса и Гельмгольца в химических реакциях при различных температурах.

Системы переменного состава. Химический потенциал компонента системы. Зависимость химического потенциала от давления и температуры. Условия равновесия и самопроизвольного протекания процесса в системах переменного состава.

### 1.3. Химическое равновесие.

Материальный баланс химической реакции, степень превращения, химическая переменная. Уравнение изотермы химической реакции (изотермы Вант-Гоффа). Химическое сродство. Анализ уравнения изотермы для определения направления самопроизвольного протекания химической реакции от данного исходного (неравновесного) состояния. Термодинамическая константа химического равновесия и эмпирические константы химического равновесия ( $K_x$ ,  $K_c$ ,  $K_n$ ,  $K_p$ ), уравнения их связи для реакции в идеальной газовой смеси. Константы равновесия для гомогенных и гетерогенных реакций, идеальных и неидеальных реакционных систем (на примерах). Смещение химического равновесия при изменении общего давления ( $T = \text{const}$ ) и при добавлении в систему инертного газа ( $T = \text{const}$ ,  $P = \text{const}$ ).

Влияние температуры на константу химического равновесия, уравнения изобары и изохоры химической реакции. Вывод, анализ и интегрирование названных уравнений на примере уравнения изобары. Расчет среднего и истинного теплового эффекта химических реакций из зависимости термодинамической константы равновесия от температуры. Расчет констант равновесия химических реакций из стандартных термодинамических функций веществ. Вычисление констант равновесия химических реакций по справочным данным о константах равновесия реакций образования соединений из простых веществ.

## Раздел 2. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах

### 2.1. Фазовые переходы и фазовая диаграмма состояния для однокомпонентных систем

Фаза, компонент, число степеней свободы. Правило фаз Гиббса. Применение правила фаз Гиббса для анализа фазовых равновесий в однокомпонентных системах. Диаграмма состояния однокомпонентной системы, её фазовые поля, линии и тройные точки, выражающие соответственно однофазное, двухфазное и трехфазное равновесия. Насыщенный пар, температурная зависимость давления насыщенного пара. Критическая точка, критическое состояние вещества, его особенности. Вывод и анализ уравнения Клапейрона. Зависимость температуры плавления от внешнего давления, интегрирование уравнения Клапейрона для равновесия твердое тело - жидкость. Равновесия с газовой фазой, уравнение Клапейрона-Клаузиуса, вывод и интегрирование уравнения для описания линий испарения и сублимации, используемые допущения. Определение координат тройной точки.

### 2.2. Определение термодинамических функций процесса фазового перехода

Применение уравнения Клапейрона-Клаузиуса для расчета изменения термодинамических функций при фазовых превращениях. Взаимосвязь энтальпий плавления, испарения и возгонки в тройной точке. Эмпирическое правило Труттона.

## Раздел 3. Термодинамическая теория растворов

### 3.1. Основы термодинамики растворов. Парциальные мольные величины

Классификации растворов. Парциальные молярные величины. Уравнения Гиббса-Дюгема (вывод и анализ). Методы определения парциальных молярных величин (метод касательных и метод отрезков). Относительные парциальные молярные величины (парциальные молярные функции смешения). Термодинамические функции смешения.

### 3.2. Термодинамическое описание идеальных и неидеальных растворов

Идеальные (совершенные) растворы. Химический потенциал компонента идеального раствора. Термодинамические функции смешения для идеальных растворов. Равновесие "идеальный раствор-пар", закон Рауля, графическая интерпретация закона Рауля. Предельно разбавленные растворы, закон Генри. Уравнение химического потенциала для растворителя и растворенного вещества. Неидеальные (реальные) растворы, положительные и отрицательные отклонения от идеальности (от закона Рауля). Стандартные состояния компонентов раствора. Симметричная и несимметричная системы сравнения. Расчет активностей и рациональных коэффициентов активности компонентов раствора. Термодинамические функции смешения для неидеальных растворов. Зависимость активности и коэффициента активности компонента от температуры и давления.

### 3.3. Коллигативные свойства разбавленных растворов нелетучих веществ в летучем растворителе

Коллигативные свойства разбавленных растворов нелетучих веществ в летучих растворителях (понижение давления насыщенного пара растворителя над раствором по сравнению с чистым растворителем, повышение температуры начала кипения и понижение температуры начала отвердевания растворов, осмотическое давление). Эбуллиоскопическая и криоскопическая константы растворителя. Вывод уравнения, связывающего понижение температуры начала отвердевания с концентрацией раствора. Осмос, осмотическое давление, обратный осмос. Использование коллигативных свойств для определения молярной массы, степени диссоциации или степени ассоциации растворенного вещества.

## Раздел 4. Фазовые равновесия в многокомпонентных системах

### 4.1. Равновесие «жидкий раствор - насыщенный пар» в двухкомпонентных системах.

Диаграммы «давление-состав», «температура-состав», «состав пара-состав жидкости» для идеальных и неидеальных растворов. Применение правила фаз к исследованию диаграмм. Законы Гиббса-Коновалова. Азеотропия, термодинамическое условие точки азеотропа. Правило рычага. Физико-химические основы разделения жидких смесей методами перегонки и ректификации.

### 4.2. Равновесие «жидкость-твердое» в двухкомпонентных системах.

Термический анализ, кривые охлаждения, построение диаграммы плавкости по кривым охлаждения. Системы с ограниченной и неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Изоморфизм. Типы твердых растворов. Диаграммы плавкости изоморфно кристаллизующихся веществ. Диаграммы плавкости систем с ограниченной растворимостью в твердом состоянии. Эвтектическое и перитектическое равновесия. Определение состава эвтектической жидкости построением треугольника Таммана. Применение правила фаз Гиббса к исследованию фазовых равновесий.

## 5

## семестр

### Раздел 5. Растворы электролитов

#### 5.1 Растворы электролитов в статических условиях

Термодинамическое описание свойств растворов электролитов. Активности и коэффициенты активности электролита и ионов в растворе, средние ионные коэффициенты активности. Связь активности электролита со средней ионной активностью и концентрацией электролита. Ионная сила раствора. Правило ионной силы. Основные положения электростатической теории сильных электролитов Дебая-Хюккеля. Предельный закон Дебая-Хюккеля, второе и третье приближения теории, графическое представление этих зависимостей.

#### 5.2 Растворы электролитов в динамических условиях

Проводники электрического тока I и II рода, ионная и электронная проводимость. Удельная, молярная и эквивалентная электрические проводимости, взаимосвязь между ними. Зависимость удельной и молярной электрической проводимостей от концентрации, температуры и природы растворителя. Скорость и подвижность (абсолютная скорость движения) ионов. Закон независимого движения ионов (закон Кольрауша). Предельные молярные электропроводности ионов. Эстафетный механизм переноса электричества ионами гидроксония и гидроксила. Числа переноса ионов. Электропроводность растворов сильных электролитов, уравнение корня квадратного (уравнение Кольрауша). Применение теории сильных электролитов для объяснения электрофоретического и релаксационного эффектов снижения электропроводности. Влияние полей высокой напряженности и высокой частоты переменного тока на электропроводность растворов. Методики измерения электропроводности. Кондуктометрическое определение степени и константы диссоциации слабых электролитов, теплоты, энтропии и энергии Гиббса процесса диссоциации, растворимости малорастворимых соединений.

## **Раздел 6. Электрохимические системы (цепи)**

### **6.1 ЭДС и электродные потенциалы**

Электрохимические системы (цепи). Возникновение скачка потенциала на границе раздела проводников I и II рода. Двойной электрический слой. Электрохимический потенциал, гальвани-потенциал. Обратимые электроды и обратимые электрохимические цепи (элементы). Электродвижущая сила гальванического элемента, условный электродный потенциал (потенциал в водородной шкале). Связь ЭДС гальванической цепи с электродными потенциалами. Правило знаков ЭДС и электродных потенциалов. Термодинамическая теория гальванических явлений. Вывод и анализ уравнения Нернста, выражающего зависимость ЭДС гальванического элемента от активностей компонентов электродной реакции. Уравнение Гиббса-Гельмгольца для электрохимических систем. Зависимость ЭДС гальванического элемента от температуры. Классификация электродов: электроды первого и второго рода, газовые, окислительно-восстановительные. Уравнение Нернста для потенциала электродов всех видов.

### **6.2. Гальванические элементы**

Типы гальванических элементов: химические, концентрационные, с переносом, без переноса. Диффузионный потенциал, механизм возникновения и методы его устранения (сведения к минимальной величине). Методика измерения ЭДС и электродных потенциалов. Применение потенциометрии для определения термодинамических характеристик химических реакций, протекающих в гальванической цепи, констант химического равновесия, активностей и коэффициентов активности электролитов, pH растворов, произведения растворимости малорастворимых соединений. Химические источники тока.

## **Раздел 7. Химическая кинетика**

### **7.1. Формальная кинетика**

Термодинамическая возможность процесса и его практическая (кинетическая) осуществимость. Предмет и задачи химической кинетики. Основные понятия формальной кинетики: скорость химической реакции, молекулярность, частный и общий порядок. Основной постулат химической кинетики, кинетическое уравнение скорости реакции. Константа скорости химической реакции, размерность константы скорости. Методы определения скоростей химических реакций. Простые (элементарные) и сложные реакции. Кинетика простых и формально простых односторонних гомогенных реакций. Реакции первого, второго и третьего порядков. Дифференциальная и интегральная формы кинетических уравнений, кинетические кривые. Линейное представление кинетических кривых для реакций различных порядков. Время полупревращения. Реакции нулевого порядка. Метод избытка (изоляции) Оствальда определения частных порядков по соответствующему реагенту. Дифференциальные и интегральные методы определения порядка реакции. Различие концентрационного и временного порядков. Сложные реакции. Принцип независимого протекания элементарных реакций. Обратимые и параллельные реакции первого порядка. Дифференциальные уравнения, описывающие скорости этих реакций,

их интегрирование. Кинетические кривые для каждого из реагирующих веществ. Последовательные реакции 1-го порядка. Система дифференциальных уравнений, описывающих кинетику последовательных реакций. Кинетические уравнения и кинетические кривые для всех участников реакции. Время достижения максимальной концентрации промежуточного вещества. Зависимость максимальной концентрации промежуточного вещества от соотношения констант скоростей отдельных стадий последовательной реакции. Принцип лимитирующей стадии последовательной химической реакции. Стационарный режим протекания последовательных реакций. Метод квазистационарных концентраций, область применения. Влияние температуры на скорость химической реакции, приближенное правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса в дифференциальной и интегральной форме. Эффективная энергия активации и предэкспоненциальный множитель, методы их определения из экспериментальных данных.

### 7.2. Теории химической кинетики

Теория активных (бинарных) соударений (ТАС). Скорость реакции как число столкновений активных молекул в единицу времени. Константа скорости бимолекулярной реакции. Физический смысл предэкспоненциального множителя и энергии активации в рамках теории активных соударений. Стерический фактор, необходимость его введения в кинетическое уравнение реакции. Достоинства и недостатки теории активных соударений. Механизм мономолекулярных газовых реакций в рамках ТАС, схема Линдемана. Истолкование причин изменения порядка мономолекулярной реакции при изменении давления.

Теория переходного состояния (активированного комплекса) (ТПС или ТАК). Основные положения ТПС, кинетическая схема реакции. Поверхность потенциальной энергии, координата реакции, путь реакции. Активированный комплекс и его свойства, истинная энергия активации. Скорость реакции – скорость распада активированного комплекса (скорость его прохождения через потенциальный барьер). Квазитермодинамическая форма уравнения ТПС, энтальпия и энтропия активации, трансмиссионный коэффициент. Связь энтальпии активации с эффективной (экспериментальной) энергией активации.

### 7.3. Фотохимические и цепные реакции

Фотохимические реакции, первичные и вторичные фотохимические процессы. Фотодиссоциация и фотолиз. Фотофизические (деактивационные) процессы при поглощении излучения. Законы фотохимии: Гротгуса-Дрепера и Эйнштейна-Штарка. Квантовый выход. Кинетика процессов, происходящих с участием фотовозбужденных молекул. Сенсibilизаторы, Сенсibilизированные фотохимические реакции. Основные различия реакций с фотохимическим и термическим инициированием. Фотохимические процессы в атмосфере, фотосинтез.

Цепные реакции. Примеры реакций, протекающих по цепному механизму. Особенности и основные стадии цепных реакций. Механизмы зарождения, развития и обрыва цепей. Линейный и квадратичный обрыв цепей. Звено цепи, длина цепи. Неразветвленные и разветвленные цепные реакции. Кинетика неразветвленных цепных реакций. Стадии разветвленной цепной реакции. Вероятность обрыва и разветвления цепи. Развитие разветвленных цепных реакций во времени, стационарный и нестационарный режимы течения реакции. Предельные явления в разветвленных реакциях. Нижний и верхний пределы воспламенения (взрыва) цепной реакции. Полуостров воспламенения.

## Раздел 8. Катализ

Гомогенный и гетерогенный катализ. Автокатализ. Основные закономерности каталитических реакций. Влияние катализатора на термодинамические и кинетические характеристики химических реакций. Селективность действия катализатора. Каталитическая активность, удельная каталитическая активность. Гомогенный катализ. Слитный и раздельный механизмы каталитических реакций, энергетические диаграммы взаимодействия реагентов с катализатором. Общий и специфический кислотно-основной катализ. Эффективная константа скорости реакции, катализируемой веществами с кислотно-основными свойствами. Каталитические константы скорости реакции. Гетерогенный катализ. Скорость гетерогенно-каталитической реакции. Типы гетерогенных катализаторов. Закон действующих поверхностей.

Роль адсорбции в гетерогенном процессе. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций, не лимитируемых диффузией. Отравление катализаторов.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			4		5	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>14</b>	504	<b>7</b>	252	<b>7</b>	252
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>5,34</b>	192	<b>2,67</b>	96	<b>2,67</b>	96
Лекции	1,78	64	0,89	32	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	0,89	32	0,89	32
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	64	0,89	32	0,89	32
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6,66</b>	<b>240</b>	<b>3,33</b>	<b>120</b>	<b>3,33</b>	<b>120</b>
Подготовка к лабораторным работам		102		60		42
Контактная самостоятельная работа		-	3,33	-	3,33	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		138		60		78
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Экзамен</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,8	1	0,4	1	0,4
Подготовка к экзамену		71,2		35,6		35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			4		5	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>14</b>	378	<b>7</b>	189	<b>7</b>	189
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>5,34</b>	144	<b>2,67</b>	72	<b>2,67</b>	72
Лекции	1,78	48	0,89	24	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	1,78	48	0,89	24	0,89	24
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	48	0,89	24	0,89	24
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6,66</b>	<b>180</b>	<b>3,33</b>	<b>90</b>	<b>3,33</b>	<b>90</b>
Подготовка к лабораторным работам		76,5		45		31,5
Контактная самостоятельная работа		-	3,33	-	3,33	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		103,5		45		58,5
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Экзамен</b>	<b>2</b>	<b>54</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	<b>1</b>	<b>27</b>

Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,6	1	0,3	1	0,3
Подготовка к экзамену		53,4		26,7		26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Коллоидная химия»

**1 Цель дисциплины** – приобретение обучающимися базовых знаний в области термодинамики поверхностных явлений и свойств дисперсных систем и получение умений в части использования этих знаний при исследовании, проектировании и создании реальных систем, являющихся в большинстве случаев дисперсными.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*ОПК-1.4, ОПК-1.8, ОПК-1.11.*

*Знать:*

- признаки объектов коллоидной химии и их классификацию.
- основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений (термодинамика поверхностного слоя; адгезия, смачивание и растекание жидкостей; дисперсность и термодинамические свойства тел; адсорбция газов и паров, адсорбция из растворов).
- основные теории физической адсорбции.
- основные представления о строении двойного электрического слоя; природу электрокинетического потенциала; основные электрокинетические явления.
- условия применимости закона Стокса; закон Эйнштейна – Смолуховского, гипсометрическое уравнение Лапласа.
- природу седиментационной и агрегативной устойчивости; основные свойства растворов ПАВ как лиофильных систем; основные положения теории ДЛФО; причины и особенности быстрой и медленной коагуляции, концентрационной и нейтрализационной коагуляции.
- типы структур, возникающие в дисперсных системах, причины и условия их образования; классификацию дисперсных систем по их реологическим свойствам.

*Уметь:*

- рассчитывать параметры, которыми характеризуют дисперсность.
- проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений.
- рассчитывать основные характеристики пористой структуры.
- рассчитывать величину электрокинетического потенциала по данным электроосмоса и электрофореза.
- рассчитывать интегральную и дифференциальную кривые распределения частиц по размерам.
- рассчитывать и анализировать потенциальные кривые парного взаимодействия частиц.
- рассчитывать и измерять вязкость дисперсных систем.

*Владеть:*

- представлениями о роли поверхностных явлений и дисперсных систем в технике и природе.
- методами измерения поверхностного натяжения, краевого угла.
- знаниями о методах измерения адсорбции и удельной поверхности.
- знаниями об условиях применимости уравнения Гельмгольца – Смолуховского;
- методами определения электрокинетического потенциала.
- методом седиментационного анализа.
- методами определения критической концентрации мицеллообразования;
- методами исследования кинетики коагуляции.
- методами измерения и анализа кривых течения.



### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### Раздел 1. Предмет и признаки объектов коллоидной химии

Коллоидная химия - наука о поверхностных явлениях и дисперсных системах. Основные поверхностные явления: адгезия и смачивание, капиллярность, адсорбция, электрические явления на поверхностях и др.

Основные признаки дисперсных систем - гетерогенность и дисперсность; поверхностная энергия; количественные характеристики дисперсности. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды. Классификация свобододисперсных систем по размерам частиц и по взаимодействию между дисперсионной средой и дисперсной фазой. Роль поверхностных явлений и дисперсных систем в природе, промышленности и, в частности, химической технологии.

#### Раздел 2. Термодинамика поверхностных явлений

Общая характеристика поверхностной энергии. Поверхностная энергия в общем уравнении 1-го и 2-го начал термодинамики. Поверхностное натяжение как мера энергии Гиббса межфазной поверхности. Поверхностное натяжение - характеристика природы соприкасающихся фаз и их взаимодействия. Свойства поверхностей жидких и твердых тел. Уравнение Гиббса-Гельмгольца для внутренней удельной поверхностной энергии (полной поверхностной энергии). Зависимость энергетических параметров поверхности от температуры. Процессы самопроизвольного уменьшения поверхностной энергии.

Адсорбция и поверхностное натяжение. Связь величины адсорбции с параметрами системы: изотерма, изопикна и изостера адсорбции. Метод избытков Гиббса. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса. Гиббсовская адсорбция. Частное выражение уравнения Гиббса. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества.

Адгезия, смачивание и растекание жидкостей. Адгезия и когезия. Природа сил межфазного взаимодействия. Уравнение Дюпре для работы адгезии. Смачивание и краевой угол. Закон Юнга. Связь работы адгезии с краевым углом (уравнение Дюпре-Юнга). Лиофильные и лиофобные поверхности. Методы определения краевых углов. Влияние поверхностно-активных веществ (ПАВ) на смачивание. Растекание жидкостей. Коэффициент растекания по Гаркинсу. Эффект Марангони. Межфазное натяжение на границе между взаимно-насыщенными жидкостями и правило Антонова. Практическое значение адгезии, смачивания и растекания.

Дисперсность и термодинамические свойства тел. Правило фаз Гиббса и дисперсность. Влияние кривизны поверхности на внутреннее давление тел (уравнение Лапласа). Поверхностная энергия и равновесные формы тел. Принцип Гиббса-Кюри. Закон Вульфа. Капиллярные явления (уравнение Жюрена), их роль в природе и технологии. Методы определения поверхностного натяжения. Зависимость термодинамической реакционной способности от дисперсности. Уравнение Кельвина. Влияние дисперсности на растворимость, константу равновесия химической реакции, температуру фазового перехода.

Получение дисперсных систем. Методы диспергирования. Уравнение Ребиндера для работы диспергирования. Адсорбционное понижение прочности (эффект Ребиндера). Гомогенная и гетерогенная конденсация. Метастабильное состояние. Энергия Гиббса образования зародыша новой фазы, критический радиус зародыша. Две стадии образования новой фазы. Связь кинетики образования новой фазы с пересыщением. Управление дисперсностью при гомогенной конденсации. Примеры получения дисперсных систем методами физической и химической конденсации.

#### Раздел 3. Адсорбционные равновесия

Классификация механизмов адсорбции (физическая адсорбция, хемосорбция и ионообменная адсорбция). Природа адсорбционных сил. Особенности составляющих сил Ван-дер-Ваальса (ориентационных, индукционных и дисперсионных) при адсорбции. Уравнение для потенциальной энергии взаимодействия атома (молекулы) с поверхностью тела.

Адсорбция газов и паров на однородной поверхности. Закон Генри. Уравнение изотермы мономолекулярной адсорбции Ленгмюра и его анализ. Определение констант этого уравнения (линейная форма уравнения Ленгмюра). Уравнение Фрейндлиха. Теория полимолекулярной адсорбции Брунауэра, Эммета, Теллера (БЭТ), уравнение изотермы адсорбции, его анализ.

Линейная форма уравнения БЭТ и расчет его констант. Определение удельной поверхности методом БЭТ.

Адсорбция газов и паров на пористых материалах. Количественные характеристики пористых материалов. Пористые тела корпускулярной, кристаллической и губчатой структуры, методы их получения. Классификация пор по Дубинину и ее взаимосвязь с теориями адсорбции.

Теория капиллярной конденсации. Капиллярно-конденсационный гистерезис. Расчет интегральной и дифференциальной кривых распределения объема пор по размерам.

Особенности адсорбции на микропористых материалах. Потенциальная теория Поляни. Адсорбционный потенциал. Характеристическая кривая адсорбции. Температурная инвариантность и аффинность характеристических кривых. Обобщенное уравнение теории Дубинина объемного заполнения микропор, частные случаи этого уравнения (уравнение Дубинина-Радушкевича). Адсорбция газов и паров в химической технологии.

Адсорбция поверхностно-активных веществ. Влияние строения молекул ПАВ на поверхностную активность, правило Дюкло-Траубе. Зависимость поверхностного натяжения от состава раствора при соблюдении закона Генри и уравнения Ленгмюра. Уравнение Шишковского. Уравнения состояния газообразных поверхностных (адсорбционных) пленок. Типы поверхностных пленок и определение их характеристик. Весы Ленгмюра. Факторы, определяющие агрегатное состояние адсорбционных пленок. Определение строения адсорбционного слоя и размеров молекул ПАВ.

#### Раздел 4. Электрические явления на поверхности

Двойной электрический слой (ДЭС), механизмы образования ДЭС. Соотношения между электрическим потенциалом и поверхностным натяжением (уравнения Липпмана). Электрокапиллярные кривые и определение параметров ДЭС по этим кривым.

Общие представления о теориях строения ДЭС. Теория Гуи – Чепмена. Уравнение Пуассона-Больцмана для диффузной части ДЭС и его решение. Толщина диффузного слоя и влияние на нее различных факторов. Двойной электрический слой по теории Штерна, перезарядка поверхности. Примеры образования ДЭС. Мицеллы и их строение.

Четыре вида электрокинетических явлений. Электрокинетический потенциал и влияние на него различных факторов. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского для скорости переноса при электроосмосе и электрофорезе. Эффекты, не учитываемые этим уравнением (поверхностная проводимость, электрофоретическое торможение, релаксационный эффект). Практическое использование электрокинетических явлений.

#### Раздел 5. Кинетические свойства дисперсных систем

Основы седиментационного анализа. Связь скорости осаждения частиц с их размером. Условия соблюдения закона Стокса. Седиментационный анализ полидисперсных систем. Кривая седиментации. Кривые распределения частиц по радиусам. Экспериментальные методы в седиментационном анализе.

Молекулярно-кинетическая природа броуновского движения. Связь между среднеквадратичным сдвигом частиц и коэффициентом диффузии (закон Эйнштейна-Смолуховского). Экспериментальная проверка закона Эйнштейна-Смолуховского. Следствия из теории броуновского движения.

Седиментационно-диффузионное равновесие, гипсометрический закон. Седиментационная устойчивость дисперсных систем.

#### Раздел 6. Агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем

Общие вопросы устойчивости дисперсных систем. Седиментационная и агрегативная устойчивости систем. Лиофильные и лиофобные системы: самопроизвольное образование одних и необходимость стабилизации других. Критерий лиофильности систем по Ребиндеру-Щукину.

Лиофильные дисперсные системы. Классификация и общая характеристика поверхностно-активных веществ. Термодинамика и механизм мицеллообразования. Строение мицелл ПАВ. Солюбилизация. Основные факторы, влияющие на критическую концентрацию мицеллообразования (ККМ). Методы определения ККМ. Применение ПАВ.

Лиофобные дисперсные системы. Факторы устойчивости лиофобных систем. Быстрая и медленная коагуляция. Кинетика коагуляции по Смолуховскому. Определение скорости и времени половинной коагуляции. Зависимость числа частиц разного порядка от времени.

Основные положения теории Дерягина, Ландау, Фервея, Овербека (ДЛФО). Расклинивающее давление и его составляющие. Энергия электростатического отталкивания при взаимодействии слабозаряженных поверхностей. Силы и энергия притяжения. Общее уравнение для энергии взаимодействия дисперсных частиц. Потенциальные кривые взаимодействия частиц в ионостабилизированных дисперсных системах. Потенциальный барьер и его зависимость от толщины диффузного слоя. Коагуляция в первом и втором минимумах. Нейтрализационная и концентрационная коагуляция. Порог быстрой коагуляции. Правило Шульце-Гарди. Закон Дерягина. Стабилизация дисперсных систем высокомолекулярными соединениями (ВМС) и ПАВ. Методы очистки промышленных и бытовых стоков, основанные на изменении агрегативной и седиментационной устойчивости дисперсных систем.

#### Раздел 7. Структурообразование и структурно-механические свойства дисперсных систем

Типы структур, образующихся в агрегативно-устойчивых и агрегативно-неустойчивых дисперсных системах. Жидкокристаллическое состояние агрегативно-устойчивых дисперсных систем.

Возникновение объемных структур в агрегативно-неустойчивых (лиофобных) дисперсных системах. Взаимосвязь между видом потенциальной кривой взаимодействия частиц (по теории ДЛФО) и типом возникающих структур. Коагуляционно-тиксотропные и конденсационно-кристаллизационные структуры. Переход одних структур в другие. Теория структурообразования (физико-химическая механика) как основа получения новых материалов.

Реологический метод исследования дисперсных систем. Основные понятия и идеальные законы реологии. Моделирование реологических свойств тел. Модель Максвелла, модель Кельвина-Фойгта, модель Бингама.

Классификация дисперсных систем по структурно-механическим свойствам. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Псевдопластические и дилатантные жидкости и твердообразные тела. Вязкость жидких агрегативно устойчивых дисперсных систем. Уравнения Эйнштейна, Штаудингера, Марка-Куна-Хаувинка. Реологические свойства структурированных жидкообразных и твердообразных систем.

#### 8. Заключение

Поверхностные явления и дисперсные системы в химической технологии. Коллоидная химия и охрана окружающей среды.

Общее количество разделов - 8.

**4 Объем учебной дисциплины** – все виды учебной работы, з.е. и часы для таблицы берутся из учебного плана (УП) и РПД.

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,79</b>	<b>64,4</b>	<b>48,3</b>
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32	24
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>	<b>60</b>
Контактная самостоятельная работа		-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (подготовка к лабораторным работам)	2,22	80	60

<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>		

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Математика»

**1. Цель дисциплины** - формирование у студентов системы основных понятий, используемых для построения важнейших математических моделей и математических методов для описания различных химико-технологических процессов.

### **2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-2.1, ОПК-2.5, ОПК-2.9.

*Знать:*

- основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений
- математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей;
- основы применения математических моделей и методов.

*Уметь:*

- выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи;
- использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов;
- выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов;
- использовать основные методы статистической обработки данных;
- применять математические знания на междисциплинарном уровне.

*Владеть:*

- основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата;
- методами статистической обработки информации.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

**1**

#### **СЕМЕСТР**

**Введение.** Предмет и методы математики. Описание основных разделов курса. Структура курса и правила рейтинговой системы.

#### **Раздел 1. Элементы алгебры.**

Числовые множества, комплексные числа. Определители II и III порядков. Векторы: основные понятия, скалярное, векторное и смешанное произведения векторов. Аналитическая геометрия: прямая на плоскости, кривые II порядка. Матрицы: действия над матрицами, приведение к ступенчатому виду и виду Гаусса. Ранг матрицы. Обратная матрица. Теорема Кронекера-Капелли. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Собственные числа и векторы. Квадратичные формы.

#### **Раздел 2. Функция одной переменной. Предел функции. Непрерывность функции.**

Функция. Способы задания функции. Элементарные функции. Предел функции в точке. Односторонние пределы. Пределы на бесконечности. Бесконечно малые и бесконечно большие функции, их свойства и взаимосвязь. Основные теоремы о пределах. Первый и второй замечательные пределы. Непрерывность функции в точке и на промежутке. Свойства функций, непрерывных на отрезках. Точки разрыва функции и их классификация.

### **Раздел 3. Дифференциальное исчисление функции одной переменной.**

Производная функции, ее геометрический и механический смысл. Уравнения касательной и нормали. Правила дифференцирования. Таблица основных производных. Дифференцируемость функции: определение, теоремы о связи непрерывности и дифференцируемости функции и с существованием производной. Дифференциал функции: определение, свойства. Производная сложной функции. Основные теоремы дифференциального исчисления: Ролля, Лагранжа, Коши. Правило Лопиталя (раскрытие неопределенностей). Производные высших порядков. Монотонность функции: определение, необходимые и достаточные условия. Экстремум функции: определение, необходимые и достаточные условия. Выпуклость, вогнутость и точки перегиба графика функции: определения, необходимые и достаточные условия их существования. Общая схема исследования функций, построение их графиков.

### **Раздел 4. Интегральное исчисление функции одной переменной.**

Первообразная функция. Неопределенный интеграл и его свойства. Таблица основных интегралов. Методы интегрирования: непосредственное интегрирование, метод подстановки, интегрирование по частям, интегрирование рациональных дробей, интегрирование некоторых иррациональных и тригонометрических функций. Определенный интеграл, его геометрический смысл, его свойства. Теорема о среднем значении. Формула Ньютона-Лейбница. Замена переменной и интегрирование по частям в определенном интеграле. Вычисление площадей плоских фигур и объемов тел вращения с помощью определенного интеграла. Несобственные интегралы: определения, свойства, методы вычисления.

2

## **СЕМЕСТР**

### **Раздел 5. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных.**

Функции двух и более переменных: определение, область определения, область существования, геометрическая интерпретация, линии уровня, и поверхности уровня. Предел функции в точке. Частные производные (на примере функции двух переменных). Дифференцируемость функции: определение, связь дифференцируемости с непрерывностью и с существованием частных производных. Достаточные условия дифференцируемости функции. Дифференцируемость сложной функции, полная производная. Дифференциал функции двух переменных, его инвариантность. Дифференцирование функции одной и двух переменных, заданной неявно. Частные производные и дифференциалы высших порядков. Теорема о равенстве смешанных производных (для функции двух переменных). Аналитический признак полного дифференциала. Производная по направлению: определение, формула для ее вычисления. Градиент и его свойства. Экстремумы функции двух переменных: определения, необходимое и достаточное условия существования экстремума. Условный экстремум: определение, методы нахождения точек условного экстремума (прямой метод и метод множителей Лагранжа). Наибольшее и наименьшее значения функции двух переменных в замкнутой области.

### **Раздел 6. Кратные интегралы.**

Двойной интеграл: определение, геометрический смысл, свойства. Теорема о среднем значении двойного интеграла. Вычисление двойного интеграла в декартовой системе координат. Вычисление двойного интеграла в полярной системе координат. Интеграл Эйлера - Пуассона. Приложения двойного интеграла: вычисление площади плоской области, объема цилиндрического тела, площади поверхности, массы пластинки с заданной плотностью, координат центра тяжести пластинки. Тройной интеграл: определение, физический и геометрический смысл, свойства, теорема о среднем значении тройного интеграла. Вычисление тройного интеграла в декартовой системе координат, в цилиндрических и сферических координатах. Приложения тройного интеграла: вычисление объема, массы тела с заданной плотностью, координат центра тяжести тела.

### **Раздел 7. Криволинейные и поверхностные интегралы.**

Криволинейный интеграл по координатам: определение, физический смысл, свойства. Вычисление криволинейного интеграла. Формула для вычисления работы при перемещении материальной точки в силовом поле вдоль некоторого пути. Формула Грина для вычисления

криволинейного интеграла по замкнутому контуру. Независимость криволинейного интеграла от пути интегрирования: необходимое и достаточное условие независимости, критерий независимости. Потенциальное поле, потенциальная функция и ее вычисление. Вычисление криволинейного интеграла, не зависящего от пути интегрирования. Поверхностный интеграл: определение, физический смысл, вычисление в декартовой системе координат. Теорема Гаусса-Остроградского. Формула Стокса.

3

### СЕМЕСТР

#### Раздел 8. Дифференциальные уравнения первого порядка.

Дифференциальные уравнения: определение, порядок, решение, теорема существования и единственности решения. Задача Коши. Дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения I-го порядка: определение и метод решения. Линейные уравнения I-го порядка: определение и метод решения. Уравнения Бернулли: определение и метод решения. Дифференциальные уравнения в полных дифференциалах: определение и метод решения. Интегрирующий множитель: определение, сведение к уравнению в полных дифференциалах с помощью интегрирующего множителя.

#### Раздел 9. Дифференциальные уравнения второго порядка.

Дифференциальные уравнения второго порядка, допускающие понижение порядка. Линейные дифференциальные уравнения второго порядка: определение, однородные и неоднородные линейные уравнения. Свойства решений. Линейная независимость функций. Определитель Вронского и его свойства. Теоремы о структуре общих решений линейных однородных и линейных неоднородных дифференциальных уравнений второго порядка. Фундаментальная система решений линейного однородного дифференциального уравнения второго порядка. Линейные однородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами: метод Эйлера для решения этих уравнений. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами: метод подбора частного решения этого уравнения с правой частью специального вида и метод вариации произвольных постоянных. Линейные дифференциальные уравнения  $n$ -го порядка: свойства решений, теоремы о структуре общего решения. Алгоритм построения общего решения линейного дифференциального уравнения  $n$ -го порядка с постоянными коэффициентами.

#### Раздел 10. Системы дифференциальных уравнений.

Системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка, решение методом исключения. Системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка, метод вариации произвольных постоянных. Системы линейных однородных уравнений первого порядка с постоянными коэффициентами, метод Эйлера. Системы линейных неоднородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

#### Раздел 11. Числовые и функциональные ряды.

Числовые ряды: основные понятия, сходимость ряда. Необходимый признак сходимости ряда. Свойства сходящихся рядов. Достаточные признаки сходимости знакоположительных рядов: интегральный признак Коши; признаки сравнения рядов; признак Даламбера; радикальный признак Коши. Ряды Дирихле. Знакопередающийся ряд: определение, признак Лейбница. Абсолютная и условная сходимость знакопеременных рядов. Функциональные ряды. Степенные ряды: определение, теорема Абеля, интервал сходимости, радиус сходимости. Свойства степенных рядов. Ряды Тейлора и Маклорена: определение, условия сходимости ряда Тейлора к исходной функции. Лемма  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{x^n}{n!} = 0$  для  $\forall x \in R$ . Достаточные условия сходимости ряда Тейлора. Алгоритм разложения функции в ряд Маклорена. Основные разложения функций:  $e^x$ ,  $\sin x$ ,  $\cos x$ ,  $\ln(1+x)$ ,  $(1+x)^n$ ,  $\arctg x$ ,  $\arcsin x$  в ряд Маклорена. Разложение функций в ряд Тейлора с помощью основных разложений. Применение степенных рядов: приближенные вычисления, приближенное решение дифференциальных уравнений.

4

### СЕМЕСТР

#### Раздел 12. Теория вероятностей. Случайные величины и их законы распределения.

Предмет теории вероятностей. Случайные события. Противоположные события. Независимые события. Относительная частота. Классическое и геометрическое определение вероятности. Элементарная теория вероятностей. Методы вычисления вероятностей. Пространство элементарных событий. Классическое определение вероятности. Алгебра событий: теоремы о вероятности суммы событий, противоположных событий, сумма вероятностей несовместных событий, образующих полную группу. Аксиоматическое определение вероятности. Статистическое определение вероятности. Условная вероятность. Теоремы о вероятности произведения зависимых и независимых событий. Полная вероятность. Повторные испытания. Формула Бернулли. Локальная и интегральная теоремы Муавра-Лапласа. Формула Пуассона.

Понятие случайной величины. Дискретные и непрерывные случайные величины. Закон распределения случайной величины. Функция распределения, ее свойства, график. Плотность распределения непрерывной случайной величины (плотность вероятности). Формула для вероятности попадания непрерывной случайной величины в данный интервал, выраженный через плотность вероятности, геометрический смысл формулы. Биномиальное распределение, распределение Пуассона, равномерное распределение, нормальное распределение, экспоненциальное распределение.

### **Раздел 13. Математическая статистика.**

Предмет математической статистики. Основные задачи математической статистики. Выборочный метод. Статистическое описание. Выборки. Гистограмма и полигон частот. Статистическая (эмпирическая) функция распределения. Выборочные характеристики и их распределения. Состоятельные, эффективные смещенные и несмещенные оценки параметров. Статистическое среднее, статистическая дисперсия и статистическое среднее квадратичное как точечные оценки неизвестных: математического ожидания, дисперсии, среднего квадратичного отклонения. Доверительные интервалы и интервальные оценки. Доверительные оценки неизвестной вероятности по большим выборкам. Доверительная оценка математического ожидания при неизвестной дисперсии. Доверительная оценка среднего квадратичного отклонения. Точные выборочные распределения: Стьюдента (t-распределение), Фишера-Снедекора (F-распределение), Пирсона ( $\chi^2$ -распределение). Проверка статистических гипотез. Математические методы проверки статистических гипотез. Элементы теории корреляции.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы			Семестр							
	Всего		1		2		3		4	
	ЗЕ	Акад.ч.	ЗЕ	Акад.ч.	ЗЕ	Акад.ч.	ЗЕ	Акад.ч.	ЗЕ	Акад.ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>18</b>	<b>648</b>	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>6,68</b>	<b>240</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>	<b>1,34</b>	<b>48</b>
Лекции	3,12	112	0,89	32	0,89	32	0,89	32	0,45	16
Практические занятия (ПЗ)	3,56	128	0,89	32	0,89	32	0,89	32	0,89	32
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>9,32</b>	<b>336</b>	<b>3,22</b>	<b>116</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>	<b>1,66</b>	<b>60</b>
Контактная самостоятельная работа	9,33	0,6	3,22	0,4	2,22	-	2,22	-	1,66	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		335,4		115,6		80		80		59,8
<b>Вид контроля – Зачет с оценкой</b>			+	+						
<b>Вид контроля – Зачет</b>									+	+
<b>Вид контроля – Экзамен</b>	<b>2</b>	<b>72</b>			<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>		
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,8			1	0,4	1	0,4		
Подготовка к экзамену.		71,2				35,6		35,6		
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>		<b>Зачет</b>	

Вид учебной работы			Семестр							
	Всего		1		2		3		4	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр.ч.	ЗЕ	Астр.ч.	ЗЕ	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>18</b>	<b>486</b>	<b>5</b>	<b>135</b>	<b>5</b>	<b>135</b>	<b>5</b>	<b>135</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>6,68</b>	<b>180,36</b>	<b>1,78</b>	<b>48,06</b>	<b>1,78</b>	<b>48,06</b>	<b>1,78</b>	<b>48,06</b>	<b>1,34</b>	<b>36,18</b>
Лекции	3,12	84,24	0,89	24,03	0,89	24,03	0,89	24,03	0,45	12,15
Практические занятия (ПЗ)	3,56	96,12	0,89	24,03	0,89	24,03	0,89	24,03	0,89	24,03
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>9,32</b>	<b>251,64</b>	<b>3,22</b>	<b>86,94</b>	<b>2,22</b>	<b>59,94</b>	<b>2,22</b>	<b>59,94</b>	<b>1,66</b>	<b>44,82</b>
Контактная самостоятельная работа	9,33	0,45	3,22	0,3	2,22	-	2,22	-	1,66	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины										
<b>Вид контроля – Зачет с оценкой</b>			+	+						
<b>Вид контроля – Зачет</b>									+	+
<b>Вид контроля – Экзамен</b>	<b>2</b>	<b>54</b>			<b>1</b>	<b>27</b>	<b>1</b>	<b>27</b>		
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,6			1	0,3	1	0,3		
Подготовка к экзамену.		53,4				26,7		26,7		
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>		<b>Зачет</b>	



## Аннотация рабочей программы дисциплины «Физика»

**1. Цель дисциплины** – приобретение обучающимися знаний по основным разделам физики и умению применять их в других естественнонаучных дисциплинах.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*ОПК-2.4, ОПК-2.7, ОПК-2.11*

*Знать:*

- физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, квантовой физики;

- смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости;

- связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; основные методы решения задач по описанию физических явлений;

- методы обработки результатов физического эксперимента.

*Уметь:*

- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач;

- проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы;

- анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики;

- определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений;

- представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий.

*Владеть:*

- навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования;

- навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.

### **3. Краткое содержание дисциплины.**

*Раздел 1. Физические основы механики.*

1.1. Предмет физики. Методы физического исследования: опыт, гипотеза, эксперимент, теория. Предмет кинематики. Перемещение, скорость, ускорение. Кинематические характеристики вращательного движения.

1.2. Законы Ньютона. Закон всемирного тяготения. Закон всемирного тяготения. Движение тела переменной массы. Уравнения Мещерского. Формула Циолковского.

1.3. Упругий и неупругий удары шаров. Момент инерции материальной точки и твердого тела.

1.4. Кинематика гармонических колебаний. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний. Понятие о затухающих и вынужденных колебаниях. Волновое движение. Волны продольные и поперечные.

*Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика.*

2.1. Элементы термодинамики и физической кинетики. Идеальный газ. Распределение Больцмана и его общезначимый смысл. Реальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

2.2. Термодинамический метод в физике. Равновесные состояния. Начала термодинамики. Циклы. Энтальпия и ее статистическое толкование.

2.3. Явление переноса. Диффузия. Закон Фика. Теплопроводность. Закон Фурье. Внутреннее трение (вязкость). Закон Ньютона.

*Раздел 3. Электростатика и постоянный электрический ток.*

3.1. Закон Кулона. Теорема Остроградского-Гаусса. Диполь. Диэлектрики в электростатическом поле.

*Раздел 4. Электромагнетизм.*

4.1. Закон Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Лоренца.

4.2. Магнетики. Электромагнитная индукция. Уравнение Максвелла.

*Раздел 5. Оптика.*

5.1. Интерференция волн. Дифракция волн. Поляризация волн.

5.2. Тепловое излучение. Закон Кирхгофа. Гипотеза Планка. Квантовое объяснение теплового излучения. Эффект Комптона.

5.3. Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Атом водорода по Бору.

*Раздел 6. Элементы квантовой физики.*

6.1. Гипотеза де Бройля. Волновое уравнение Шредингера для стационарных состояний. Опыты Штерна-Герлаха.

6.2. Многоэлектронный атом. Эффект Зеемана. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Фононы. Законы Дебая и Эйнштейна.

**4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			№ 2		№ 3	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>12</b>	<b>432</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>6</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>3,5</b>	<b>128</b>	<b>1,3</b>	<b>48</b>	<b>2,2</b>	<b>80</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	-	-	-	-	-	-
Лекции	1,3	48	0,4	16	0,9	32
в том числе в форме практической подготовки	-	-	-	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,3	48	0,4	16	0,9	32
в том числе в форме практической подготовки	-	-	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	0,9	32	0,4	16	0,4	16
в том числе в форме практической подготовки	-	-	-	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6,5</b>	<b>232</b>	<b>3,7</b>	<b>132</b>	<b>2,8</b>	<b>100</b>
Контактная самостоятельная работа		0,8		0,4		0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	6,5	231,2	3,7	131,6	2,8	96,6
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Экзамен</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	1	0,4	1	0,4
Подготовка к экзамену.		35,6		35,6		35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			№ семестра		№ семестра	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>12</b>	<b>324</b>	<b>6</b>	<b>162</b>	<b>6</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>3,5</b>	<b>96</b>	<b>1,3</b>	<b>36</b>	<b>2,2</b>	<b>60</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	-	-	-	-	-	-
Лекции	1,3	36	0,4	12	0,9	24
в том числе в форме практической подготовки	-	-	-	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,3	36	0,4	12	0,9	24
в том числе в форме практической подготовки	-	-	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	0,9	24	0,4	12	0,4	12
в том числе в форме практической подготовки	-	-	-	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6,5</b>	<b>174</b>	<b>3,7</b>	<b>99</b>	<b>2,8</b>	<b>75</b>
Контактная самостоятельная работа		0,6		0,3		0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	6,5	173,4	3,7	98,7	2,8	74,7
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Экзамен</b>	<b>2</b>	<b>54</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,6	1	0,3	1	0,3
Подготовка к экзамену.		53,4		26,7		26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>	

### Аннотация рабочей программы модуля «Введение в информационные технологии»

**1. Цель модуля** – ознакомление студентов с теоретическими, практическими и методологическими основами современных информационных систем. В рамках изучения модуля у студентов формируются теоретические знания и практические навыки по инструментальным средствам программного обеспечения. Студенты изучают на практике виды информационных технологий.

**Задачи модуля** – приобретение студентами прочных теоретических знаний и практических навыков в области информационных технологий.

#### **2. В результате изучения модуля обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.5; ОПК-2.6; ОПК-2.9; ОПК-2.10; ОПК-4.11; ОПК-5.5; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3

В результате освоения модуля студент должен:

*Знать:*

- процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, представления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов (информационные технологии)

- современные инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, используемые для решения задач профессиональной деятельности, и принципы их работы.

*Уметь:*

- выбирать и использовать современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности
- анализировать профессиональные задачи, выбирать и использовать подходящие ИТ-технологии.

*Владеть:*

- навыками работы с лежащими в основе ИТ-решений данными
- навыками применения современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, инструментальных средств, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.

### **3. Краткое содержание модуля**

#### **1 семестр – Основы информационных технологий**

##### **Раздел 1. Введение в информационные технологии.**

1.1. Структура операционных систем, пакеты прикладных программ, Microsoft Office. Классификация программных средств. Системное и прикладное программное обеспечение ПК. Обзор операционных систем (ОС). Принципы создания и состав ОС: ядро, интерфейс, драйверы. Краткая характеристика WINDOWS, модульный принцип построения. Среда WINDOWS: окна, их элементы, работа в многооконном режиме.

1.2. Текстовый редактор WORD, редакторы математических и химических формул. Возможности создания электронных презентаций (Power point). Создание документов различных форм (стандартных и нестандартных). Создание и редактирование текстовых документов с математическими и химическими формулами.

1.3. Табличный процессор EXCEL: обзор, типы и адресация ячеек, формат ячеек, встроенные функции, форматирование таблиц. EXCEL: Возможности табличного редактора и использование его для решения информационных и инженерных задач. Построение графиков и диаграмм.

1.4. EXCEL. Операции с массивами. Разработка и реализация простейших алгоритмов с использованием возможностей редактора (нахождение максимального (минимального) элемента вектора и матрицы, нахождение суммы элементов вектора и матрицы, вычисление матричных выражений). Решение вычислительных задач с использованием таблиц. Решение СЛАУ с использованием обратной матрицы.

1.5. EXCEL Построение графиков и диаграмм. Расчет функциональных зависимостей и построение графических изображений с использованием стандартных функций EXCEL и мастера функций. Построение поверхностей с использованием мастера диаграмм. Построение линий тренда.

##### **Раздел 2. Алгоритмы и основы программирования на языке MATLAB.**

2.1. Алгоритмы, типы алгоритмов. Понятие алгоритма и его свойства. Способы записи алгоритмов. Модульный принцип построения алгоритмов и программ. Пакет компьютерной математики MATLAB. Характеристики языков программирования. Эволюция и классификация языков программирования, императивные, функциональные, логические, объектно-ориентированные, их комбинации. Понятия трансляции, компиляции, интерпретации, их различия. Языки программирования высокого уровня. Структурное программирование, его особенности. Обзор пакетов компьютерной математики – Matlab, Mathcad, Mathematica.

2.2. Среда MATLAB. Основные структуры и принципы структурного программирования, иллюстрация. Базовые алгоритмические конструкции (следование, ветвление, повторение), их

реализации. Операторы языка программирования MATLAB. Основные решатели (solvers) MATLAB для реализации вычислительных алгоритмов. Библиотека стандартных функций size, length, numel, zero, ones, linspace, sum, abs, sin, cos, exp, log, sqrt, num2str, disp, printf.

2.3. Построение графиков функции одной и двух переменных. Использование функций plot, subplot, polar, mesh, surf, polar, meshgrid, surf, contour, оформление графиков (заголовки, подписи по осям и пр.).

2.4. Операции над массивами: векторами и матрицами - сложение, умножение, транспонирование, обращение (inv), вычисление нормы (norm), ранга (rank) и определителя матрицы (det). Алгоритмы нахождения максимального, минимального элемента в массиве, алгоритмы сортировки и их реализация (например, Selection Sort).

### **Раздел 3. Численные методы. Реализация простейших алгоритмов в среде MATLAB.**

3.1. Численные методы, характеристика и их особенности, понятие сходимости метода. Элементы теории погрешностей, классификация погрешностей, абсолютная и относительная погрешность, понятие функции нормы. Введение в статистику. Алгоритмы для статистической обработки информации (вычисление точечных и интервальных оценок результатов измеряемой величины), их реализации в ПКМ MATLAB. Использование функций min, max, median, var, polyfit, polyval.

3.2. Приближение функций. Интерполяция многочленами. Кусочная интерполяция (сплайн). Оценка погрешности. Функции MATLAB для работы с многочленами poly1d, polyval, polyfit, polyder, polyint.

3.3. Вычисление определенных интегралов, алгоритмы методов прямоугольников, трапеций и Симпсона, оценка погрешности методов. Реализация алгоритмов численных методов вычисления определенных интегралов в среде MATLAB, применение стандартных функций trapz, quad, integral.

3.4. Исследование функции одной переменной. Решение нелинейного уравнения  $f(x)=0$ . Отделение корней. Алгоритмы уточнения корня (метод половинного деления, Ньютона, простой итерации). Сравнительные характеристики. Реализация алгоритмов в среде MATLAB по блок-схемам и с использованием решателей roots, fzero.

3.5. Исследование функции одной переменной. Поиск экстремума функции. Вычислительные алгоритмы нахождения локальных и глобальных экстремумов (метод деления отрезка пополам, метод золотого сечения), их реализации по блок-схемам и с использованием решателя fminbnd в среде MATLAB.

### **Раздел 4. Компьютерные сети. Базы данных.**

4.1. Компьютерные сети: топологии сетей, их характеристики. Топологии сетей: звездная, шинная, кольцевая. Сети закрытого типа: локальные и распределенные сети, корпоративные сети. Программно-техническое обеспечение: адресация, операционная система, адаптеры, драйверы, протоколы (особые языки, на которых обмениваются информацией компьютеры в сети, например, TCP, TCP/IP, UDP).

4.2. Глобальные сети различного масштаба (WAN –Wide Area Net, MS Network, Internet). Возможности сети Интернет, Система телеконференций. Электронная почта. Доступ к информационным ресурсам. Защита информации. Понятие безопасности компьютерной информации: надежность компьютера, сохранность данных, защита от внесения изменений неуполномоченными 50 лицами, сохранение тайны переписки в электронной сети. Алгоритмы защиты информации: методы защиты, компьютерные вирусы и борьба с ними. Методы реализации защиты информации: программные, аппаратные, организационные.

4.3. Информационные системы. Системы управления банками и базами данных. Реляционная модель данных. Структура записи, методы доступа к информации. Обмен данными с другими приложениями WINDOWS: текстовыми редакторами и электронными таблицами.

4.4. Реляционная база данных ACCESS. Главное окно, меню команд, панель инструментов. Создание и открытие базы данных. Ввод и редактирование данных в режиме таблицы и режиме конструктора. Формирование запросов. Запросы простые и многотабличные, запросы с

условиями. Создание отчетов и форм. Технология реализации простейших задач средствами СУБД ACCESS.

## **2 семестр – Профильное программное обеспечение для решения задач профессиональной деятельности**

### **Раздел 5. ПКМ Python и особенности его реализации для решения расчетных задач в химии и химической технологии.**

5.1. Объектно-ориентированный язык программирования Python: обзор. Особенности и свойства объектно-ориентированного программирования (ООП). Создание и использование дистрибутива Anaconda. Инфраструктуры Spyder, Jupiter, структура языка. Основные структуры данных (список кортеж, объекты) и операции над ними. Алгоритмы. Основные алгоритмические конструкции (следование, ветвление, циклы) и их реализация в Python.

5.2. Введение в программирование на языке Python. Структура программы, отступы, модули, операторы, функции (именованные и анонимные), особенности. Стандартные и нестандартные функции Python (общего назначения, математические, обработка строк, ввод/вывод).

5.3. Разработка алгоритмов, программирование и отладка программ на Python (в среде Spyder). Управляющие конструкции if, for, while.

5.4. Обзор предметно-ориентированной библиотеки модулей Python для научных и инженерных вычислений SciPy (модули scipy и numpy, а также matplotlib), сравнение с MATLAB. Основная структура данных NumPy для векторных и матричных вычислений ndarray. Особенности выполнения действий над матрицами (сложение, вычитание, умножение, обращение) на языке Python. Информационные матричные функции (норма, определитель, ранг). Методы ndarray – T, copy, shape, size, ndim и др., индексирование, матричное произведение и функции модуля numpy len, shape, zeros, eye, dot, isclose, linspace, gradient, linalg.det.

5.5 Построение графиков в Python с использованием модуля matplotlib. Функции модуля matplotlib.pyplot plot, polar, plot\_surface, colorbar, contour, quiver. Установка параметров и аннотирование графиков.

### **Раздел 6. Методы вычислительной математики. Основные этапы решения задач на ЭВМ. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).**

6.1. Прямые и итерационные численные методы. Элементы теории погрешностей. Понятие нормы. Особенности машинной арифметики (краткий повтор). Особенности выполнения действий над матрицами (сложение, вычитание, умножение, обращение) на языке Python, информационные матричные функции (норма, определитель, ранг).

6.2. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Постановка задачи. Погрешности. Методы с использованием обратной матрицы и метод простых итераций. Решение СЛАУ в Python с использованием модулей numpy.linalg и scipy.linalg. и функций det, rank, inv, cond, norm, solve.

6.3. Обзор методов решения СЛАУ. Вычислительная устойчивость, сходимости методов. Обусловленность системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) и число обусловленности.

### **Раздел 7. Обработка результатов измерения одной величины. Приближение функции многочленами с одной независимой переменной. Решение систем нелинейных уравнений (СНУ) численными методами.**

7.1. Обработка экспериментальных данных. Точечные и интервальные оценки. Функции Python. Определение критерия Стьюдента.

7.2. Приближение функций. Методы интерполяции зависимостей с одной независимой переменной. Интерполяционный многочлен Лагранжа, реализация в Python.

7.3. Приближение функций. Методы аппроксимации зависимостей с одной независимой переменной. Метод наименьших квадратов (МНК). Использование функций Python для аппроксимации и МНК `scipy.polyfit`, `scipy.optimize.least_squares`, `scipy.optimize.lsqr_linear`.

7.4.. Алгоритмы метода простой итерации и метода Ньютона - Рафсона для решения СЧУ. Скорость сходимости, оценки погрешности. Реализация методов в Python.

7.5. Методика использования решателей в модуле `scipy.optimize`, функции `root_scalar`, `root`.

## Раздел 8. Решение задач многомерной оптимизации численными методами. Анализ и решение дифференциальных уравнений численными методами.

8.1. Классификация задач и методов оптимизации. Метод градиентного спуска. Метод деформируемого многогранника. Реализация методов в Python.

8.2. Встроенные методы SciPy. Выбор решателя в модуле `scipy.optimize` Встроенные методы SciPy, функции `minimize_scalar`, `minimize`.

8.3. Алгоритмы методов решения дифференциальных уравнений. Методы Эйлера и его модификации. Реализация методов в Python. Выбор решателя в модуле `scipy.integrate`, функции `solve_ivp`, `solve_bvp`.

### 4. Объем модуля и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			1 семестр		2 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость модуля</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>3,78</b>	<b>136</b>	<b>2,36</b>	<b>85</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>1</i>	<i>36</i>	<i>0,50</i>	<i>18</i>	<i>0,50</i>	<i>18</i>
Лекции (Л)	0,47	17	0,47	17	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,42	51	0,94	34	0,47	17
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,50</i>	<i>18</i>	<i>0,25</i>	<i>9</i>	<i>0,25</i>	<i>9</i>
Лабораторные работы (ЛР)	1,89	68	0,94	34	0,94	34
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,50</i>	<i>18</i>	<i>0,25</i>	<i>9</i>	<i>0,25</i>	<i>9</i>
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>1,22</b>	<b>44</b>	<b>0,64</b>	<b>23</b>	<b>0,58</b>	<b>21</b>
Самостоятельное изучение разделов модуля, в том числе подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, подготовка к текущему контролю, другие виды самостоятельной работы	1,21	43,8	0,64	23	0,57	20,8
Контактная самостоятельная работа	0,01	0,2	-	-	0,01	0,2
<b>Виды контроля</b>						
<b>Зачет</b>			-	-	+	+
<b>Экзамен</b>			+	+	-	-
Контактная работа - промежуточная аттестация	1	0,4	1	0,4	-	-
Самостоятельно изучение разделов модуля		35,6		35,6		-
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Зачет</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			1 семестр		2 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость модуля</b>	<b>6</b>	<b>162</b>	<b>4</b>	<b>108</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>3,78</b>	<b>102</b>	<b>2,36</b>	<b>63,75</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>1</i>	<i>27</i>	<i>0,50</i>	<i>13,5</i>	<i>0,50</i>	<i>13,5</i>
Лекции (Л)	0,47	12,75	0,47	12,75	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,42	38,25	0,94	25,5	0,47	12,75
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,50</i>	<i>13,5</i>	<i>0,25</i>	<i>6,75</i>	<i>0,25</i>	<i>6,75</i>
Лабораторные работы (ЛР)	1,89	51	0,94	25,5	0,94	25,5
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,50</i>	<i>13,5</i>	<i>0,25</i>	<i>6,75</i>	<i>0,25</i>	<i>6,75</i>
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>1,22</b>	<b>33</b>	<b>0,64</b>	<b>17,25</b>	<b>0,58</b>	<b>15,75</b>
Самостоятельное изучение разделов модуля, в том числе подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, подготовка к текущему контролю, другие виды самостоятельной работы	1,21	32,85	0,64	17,25	0,57	15,6
Контактная самостоятельная работа	0,01	0,15	-	-	0,01	0,15
<b>Виды контроля</b>						
<b>Зачет</b>			-	-	+	+
<b>Экзамен</b>			+	+	-	-
Контактная работа - промежуточная аттестация	1	0,3	1	0,3	-	-
Самостоятельно изучение разделов модуля		26,7		26,7		-
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Зачет</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Проблемы устойчивого развития»

**1 Цель дисциплины** – сформировать у студентов целостную картину мира на основе концепции устойчивого развития, познакомить студентов с целями устойчивого развития, понятиями устойчивости и неустойчивости динамических систем в окружающем мире; ресурсах и развитии, антропогенном воздействии на окружающую среду, управлении качеством окружающей среды.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*УК-8.1; УК-8.2; УК-8.5; УК-8.6; УК-8.9; ОПК-3.2; ОПК-3.8; ОПК-3.12; ОПК-3.18*

*Знать:*

- основные определения и принципы концепции устойчивого развития;
- основные характеристики биотических, абиотических и антропогенных факторов, оказывающих влияние на живые организмы, включая человека;
- основные существующие проблемы, возникающие при взаимодействии экономики, общества и окружающей среды;



– современные системы индексов и индикаторов устойчивого развития, их особенности и недостатки;

*Уметь:*

– делать системный анализ существующих эколого-социальных, социально-экономических и эколого-экономических проблем;

– находить наиболее рациональный вариант решения поставленных задач с учётом конфликта в потребностях человека и ограничениях окружающей среды;

*Владеть:*

– навыками пользования современной литературой в области устойчивого развития и экологии;

– умением анализировать новые теоретические и практические программы и проекты, направленные на достижение целей устойчивого развития;

– приемами принятия решений по урегулированию конфликтных ситуаций в области устойчивого развития и использования ресурсов.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### ***Введение***

Цели, задачи и предмет курса. Место курса в системе химического образования. Экологическое образование и образование для устойчивого развития.

#### ***Раздел 1. Основные понятия курса. Общество и окружающая среда***

Рост и развитие. Устойчивость и неустойчивость динамических систем. Биосфера как динамическая система. Человек: биологический вид и цивилизация. Системы поддержания жизни и системы поддержания цивилизации. Население, производство, состояние окружающей среды. Понятие устойчивого развития. Римский клуб и глобальная проблематика. Необходимость в устойчивом развитии. Содержание и эволюция представлений общества об устойчивом развитии.

#### ***Раздел 2. Биосфера, ее эволюция и устойчивость. Экосистемы Земли и устойчивость***

Основные сведения о планете Земля. Строение и состав атмосферы. Мировой океан. Литосфера. Биотическая и абиотическая составляющие биосферы: основные характеристики. Потoki энергии в системе Солнце-Земля.

Основные понятия экологии. Системы поддержания жизни на Земле: общий обзор. Понятие экосистемы. Структура и составляющие экосистем. Виды, популяции, сообщества. Взаимодействие видов в экосистемах. Основные типы экосистем.

Потоки энергии и вещества в экосистемах. Трофические цепи. Метаболизм и элементный состав живой и неживой материи. Основные биогеохимические циклы (круговороты веществ). Цикличность процессов в биосфере и устойчивость.

Изменения в популяциях, сообществах, экосистемах. Реакция живых систем на изменения окружающей Среды. Воздействие человека на экосистемы. Законы и принципы экологии.

Биоразнообразие и устойчивость экосистем. Видовое разнообразие - необходимое условие устойчивости биосферы.

#### ***Раздел 3. Человечество как часть биосферы. Демографические проблемы современного мира.***

Особенности человека как биологического вида. Динамика человеческой популяции, рождаемость, смертность, возрастная структура. Проблемы современного этапа роста численности населения. Географическое распределение населения. Сельское и городское население. Урбанизация. Среда обитания человека и окружающая среда. Формирование техногенной среды.

Регулирование народонаселения. Стабилизация численности населения или депопуляция: оценка предельной численности населения Земли. Религиозные, нравственные и социальные проблемы ограничения рождаемости и планирования семьи. Региональные особенности. Мышление, язык, роль обучения. Негенетический канал видовой памяти. Положительные и отрицательные последствия наличия негенетической памяти. Гендерные проблемы.

#### ***Раздел 4. Развитие и ресурсы***

Определение ресурса. Классификация ресурсов. Невозобновимые, возобновимые, неисчерпаемые ресурсы. Материальные, энергетические и информационные ресурсы.

Генетические ресурсы биосферы. Состояние и мировые запасы основных видов природных ресурсов. Географическое распределение запасов природных ресурсов.

Развитие цивилизации и расходование природных ресурсов. Принципы устойчивого развития в отношении природных ресурсов. Роль возобновимых и неисчерпаемых ресурсов в устойчивом обществе.

#### **Раздел 5. Антропогенное воздействие на биосферу**

Антропогенные возмущения биогеохимических циклов и деградация систем поддержания жизни. Глобальные, региональные и локальные проблемы окружающей среды.

Загрязнение атмосферы (кислотные дожди, фотохимический смог и т.д.). Загрязнение внутренних вод и Мирового океана. Загрязнение литосферы; деградация земель, опустынивание.

#### **Раздел 6. Климатические последствия изменения состава атмосферы**

Глобальный энергетический баланс; парниковый эффект как природный фактор поддержания условий существования живой материи. Парниковые газы. Источники и стоки диоксида углерода и других парниковых газов. Изменение концентрации диоксида углерода и других парниковых газов в атмосфере; механизм глобального потепления.

Последствия глобального потепления: повышение уровня мирового океана, затопление прибрежных зон; таяние ледников и вечной мерзлоты; деформация климатических и сельскохозяйственных зон и географической структуры производства продовольствия; изменения растительного покрова, опустынивание.

#### **Раздел 7. Зеленая революция**

Зеленая химия. Зеленая энергетика. Зеленая экономика. Понятие низкоуглеродной (циклической) экономики. Сценарии низкоуглеродного развития для России. Наилучшие доступные технологии. Основные принципы зелёного производства. Государственное регулирование природопользования на основе НДТ. Экологический след человечества. Зеленый офис. Карбоновые полигоны.

#### **Раздел 8. Мирозрание, этика и устойчивое развитие.**

Переход от общества потребления к устойчивому обществу. Изменение структуры потребностей общества и критериев качества жизни и уровня развития. Роль культурных и религиозных традиций в проблеме устойчивого развития.

Информация, знание, наука, технологии. Увеличение роли информационных ресурсов в общем балансе ресурсопотребления. Информационное (постиндустриальное) общество. Роль образования в устойчивом обществе.

#### **4 Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,9</b>	<b>32</b>	<b>24</b>
Лекции	0,45	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,1</b>	<b>76</b>	<b>57</b>
Контактная самостоятельная работа	2,1	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		75,8	56,85
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>		

#### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Безопасность жизнедеятельности»**

Учебная дисциплина "Безопасность жизнедеятельности" - обязательная дисциплина федеральных государственных образовательных стандартов всех направлений первого уровня высшего профессионального образования (бакалавриата) и специалитета.

**1. Цель дисциплины** - формирование профессиональной культуры безопасности, под которой понимается готовность и способность личности использовать в профессиональной деятельности приобретенную совокупность знаний, умений и навыков для обеспечения безопасности в сфере профессиональной деятельности, характера мышления и ценностных ориентаций, при которых вопросы безопасности рассматриваются в качестве приоритета.

Основными задачами дисциплины являются:

- приобретение понимания проблем устойчивого развития и рисков, связанных с деятельностью человека;
- овладение приемами рационализации жизнедеятельности, ориентированными на снижения антропогенного воздействия на природную среду и обеспечение безопасности личности и общества;
- формирование:
  - культуры безопасности, экологического сознания и риск-ориентированного мышления, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов жизнедеятельности человека;
  - культуры профессиональной безопасности, способностей для идентификации опасности и оценивания рисков в сфере своей профессиональной деятельности;
  - готовности применения профессиональных знаний для минимизации негативных экологических последствий, обеспечения безопасности и улучшения условий труда в сфере своей профессиональной деятельности;
  - способностей к оценке вклада своей предметной области в решение экологических проблем и проблем безопасности.

**2. В результате освоения дисциплины студент должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3, УК-8.4, УК-8.5, УК-8.6, УК-8.7, УК-8.8, УК-8.9.

*Знать:*

- основные техносферные опасности, их свойства и характеристики;
- характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду, методы защиты от них применительно к сфере своей профессиональной деятельности

*Уметь:*

- идентифицировать основные опасности среды обитания человека;
- оценивать риск их реализации, выбирать методы защиты от опасностей применительно к сфере своей профессиональной деятельности и способы обеспечения комфортных условий жизнедеятельности

*Владеть:*

- законодательными и правовыми актами в области безопасности и охраны окружающей среды, требованиями к безопасности технических регламентов в сфере профессиональной деятельности;
- способами и технологиями защиты в чрезвычайных ситуациях;
- понятийно-терминологическим аппаратом в области безопасности;
- навыками рационализации профессиональной деятельности с целью обеспечения безопасности и защиты окружающей среды.

**3. Краткое содержание дисциплины.**

1. Введение в безопасность. Основные понятия и определения. Безопасность и устойчивое развитие.

2. Человек и техносфера. Структура техносферы и ее основных компонентов. Современное состояние техносферы и техносферной безопасности.

3. Идентификация и воздействие на человека вредных и опасных факторов среды обитания.

Классификация негативных факторов среды обитания человека. Химические негативные факторы (вредные вещества). Механические и акустические колебания, вибрация и шум. Электромагнитные излучения и поля. Ионизирующее излучение. Электрический ток. Опасные механические факторы. Процессы горения и пожаровзрыво- опасные свойства веществ и материалов. Статическое электричество.

4. Защита человека и среды обитания от вредных и опасных факторов природного, антропогенного и техногенного происхождения.

Основные принципы защиты. Защита от химических и биологических негативных факторов. Защита от энергетических воздействий и физических полей. Обеспечение безопасности систем, работающих под давлением. Безопасность эксплуатации трубопроводов в химической промышленности. Безопасная эксплуатация компрессоров. Анализ и оценивание техногенных и природных рисков.

5. Обеспечение комфортных условий для жизни и деятельности человека. Понятие комфортных или оптимальных условий. Микроклимат помещений. Освещение и световая среда в помещении.

6. Психофизиологические и эргономические основы безопасности.

Психические процессы, свойства и состояния, влияющие на безопасность. Виды и условия трудовой деятельности. Эргономические основы безопасности.

7. Чрезвычайные ситуации и методы защиты в условиях их реализации.

Общие сведения о ЧС. Пожар и взрыв. Аварии на химически опасных объектах.

Радиационные аварии. Приборы радиационной, химической разведки и дозиметрического контроля. Чрезвычайные ситуации военного времени. Защита населения в чрезвычайных ситуациях. Устойчивость функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях.

8. Управление безопасностью жизнедеятельности.

Законодательные и нормативные правовые основы управления безопасностью жизнедеятельности. Экономические основы управления безопасностью. Страхование рисков. Государственное управление безопасностью.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>
Лекции	0,89	32
Практические занятия	-	-
Лабораторные работы	0,44	16
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,67</b>	<b>60</b>
Контактная самостоятельная работа	-	-
Подготовка к лабораторным работам	0,56	20
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,11	40
<b>Виды контроля:</b>		
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4
Подготовка к экзамену		35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>экзамен</b>	

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>36</b>

Лекции	0,89	24
Практические занятия	-	-
Лабораторные работы	0,44	12
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,67</b>	<b>45</b>
Контактная самостоятельная работа	-	-
Подготовка к лабораторным работам	0,56	15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,11	30
<b>Виды контроля:</b>		
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>экзамен</b>	

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Инженерная и компьютерная графика»

**1 Цель дисциплины** – научить студентов способам отображения пространственных форм на плоскости, выполнению и чтению чертежей методами компьютерной графики и правилам и условностям, применяемым при этом (стандартам ЕСКД).

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-2.1; УК-2.6; УК-2.8; УК-2.10

*Знать:*

- способы отображения пространственных форм на плоскости;
- правила и условности при выполнении чертежей;
- виды симметрии геометрических фигур;
- виды изделий и конструкторских документов;
- основные виды графических информационных систем, базовую графическую систему, используемую в учебном процессе.
- *Уметь:* выполнять и читать чертежи технических изделий с учетом действующих стандартов;
- выполнять и читать схемы технологических процессов;
- использовать средства компьютерной графики для изготовления чертежей.

*Владеть:*

- способами и приемами изображения предметов на плоскости;
- графической системой «Компас».

### 3 Краткое содержание дисциплины

**Раздел 1. Общие правила выполнения чертежей.** Правила выполнения и оформления чертежей в соответствии с ГОСТ. Геометрические построения.

**Раздел 2. Проецирование геометрических фигур.** Метод проекций. Прямые и кривые линии. Плоскость. Поверхности. Геометрические тела. Симметрия геометрических фигур. Определение натуральной величины отрезка прямой и плоской фигуры. Пересечение геометрических образов.

**Раздел 3. Изображения предметов по ГОСТ 2.305-2009. Изделия и конструкторские документы.** Изображения. Аксонометрические чертежи изделий. Виды изделий и конструкторских документов. Схемы. Резьбы: образование, классификация, изображение и обозначение на чертеже.

**Раздел 4. Изображения деталей и их соединений.** Эскизы и технические рисунки деталей. Резьбовые изделия и соединения. Другие виды разъемных и неразъемных соединений деталей.

**Раздел 5. Чертежи сборочных единиц.** Правила выполнения и оформления сборочного чертежа. Детализирование чертежей сборочных единиц.

**Раздел 6. Компьютерная графика.** Создание и редактирование чертежей методами компьютерной графики. Создание трехмерных моделей. Создание ассоциативных чертежей на основе трехмерной модели.

### 4 Объем учебной дисциплины.

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			1		2	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	7	252	4	144	3	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,22	80	1,33	48	0,89	32
в том числе в форме практической подготовки	1,44	52	0,72	26	0,72	26

Лекции	0,44	16	0,44	16		
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	0,89	32	0,89	32
в том числе в форме практической подготовки	1,44	52	0,72	26	0,72	26
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4,78</b>	<b>172</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>	<b>2,11</b>	<b>76</b>
Контактная самостоятельная работа (зачет с оценкой)	4,78	0,8	2,67	0,4	2,11	0,4
Курсовая работа		35,8				35,8
Контактная самостоятельная работа (прием курсовой работы)		0,2				0,2
Подготовка к контрольным работам		36		18		18
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		99,2		77,6		21,6
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Зачет с оценкой, курсовая работа</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
	ЗЕ	Астр. ч.	1		2	
			ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>7</b>	<b>189</b>	<b>4</b>	<b>108</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>	<b>1,33</b>	<b>36</b>	<b>0,89</b>	<b>24</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>1,44</b>	<b>39</b>	<b>0,72</b>	<b>19,5</b>	<b>0,72</b>	<b>19,5</b>
Лекции	0,44	12	0,44	12		
Практические занятия (ПЗ)	1,78	48	0,89	24	0,89	24
в том числе в форме практической подготовки	1,44	39	0,72	19,5	0,72	19,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4,78</b>	<b>129</b>	<b>2,67</b>	<b>72</b>	<b>2,11</b>	<b>57</b>
Контактная самостоятельная работа (зачет с оценкой)	4,78	0,6	2,67	0,3	2,11	0,3
Курсовая работа		26,85				26,85
Контактная самостоятельная работа (прием курсовой работы)		0,15				0,15
Подготовка к контрольным работам		27		13,5		13,5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		74,4		58,2		16,2
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Зачет с оценкой, курсовая работа</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Прикладная механика»

**1. Цель дисциплины** – научить студентов творческому подходу к выполнению инженерных расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций, деталей и узлов машин и аппаратов.

## **2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-2.1; УК-2.2; УК-2.4; УК-2.7; УК-2.8; УК-2.9; УК-2.10; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3.

*Знать:*

- основные уравнения и методы решения задач сопротивления материалов и деталей машин;
- основные методы расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций машин и аппаратов;
- основы теории расчета деталей и узлов машин и аппаратов химической технологии;
- конструкции, типы и критерии работоспособности деталей машин, сборочных единиц (узлов) и агрегатов.

*Уметь:*

- проводить расчеты элементов конструкций на основе методов сопротивления материалов;
- рассчитывать и конструировать детали машин по исходным данным;
- производить расчеты по основным критериям работоспособности и конструирования деталей машин;
- выполнять и читать технические схемы, чертежи и эскизы деталей, узлов и агрегатов машин, сборочных чертежей и чертежи общего вида.

*Владеть:*

- навыками расчета сопротивления материалов аналитическими методами;
- навыками выбора материалов по критериям прочности;
- расчетами типовых деталей машин, пользуясь справочной литературой и ГОСТами.

## **3. Краткое содержание дисциплины**

**Раздел 1. Определение реакций опор. Растяжение-сжатие.** Абсолютно твердое тело. Элементы статики. Уравнения равновесия. Связи и их реакции. Основные допущения и принципы сопротивления материалов. Метод сечений. Напряжения, деформации и перемещения. Закон Гука. Диаграммы растяжения для пластичных и хрупких материалов и их характеристики.

**Раздел 2. Кручение. Изгиб.** Закон Гука при сдвиге. Внутренние силовые факторы при кручении. Условие прочности при кручении. Геометрические характеристики плоских сечений. Понятие чистого и поперечного изгибов. Определение нормальных напряжений. Условие прочности при изгибе. Определение касательных напряжений. Рациональные формы сечений.

**Раздел 3. Сложное напряженное состояние.** Основы теории напряженного состояния и гипотезы прочности. Понятие напряженного состояния. Обобщенный закон Гука. Понятие эквивалентных напряжений и критериев прочности. Гипотезы прочности. Тонкостенные сосуды химических производств. Вывод уравнения Лапласа. Условие прочности. Расчет сжатых стержней на устойчивость. Понятие критической силы и коэффициента запаса прочности. Расчет критической силы по Эйлеру. Пределы применимости формулы Эйлера.

**Раздел 4. Детали машин.** Классификация деталей машин и аппаратов химических производств. Резьбовые соединения. Расчет болтовых соединений при поперечных и продольных нагрузках. Шпоночные соединения. Расчет шпонок на срез и смятие. Виды сварки. Виды сварных швов. Расчет на прочность стыковых и нахлесточных швов. Валы и оси, их классификация и назначение. Подшипники скольжения. Материалы вкладышей. Подшипники качения. Принципиальное устройство и основные геометрические размеры. Достоинства, недостатки и области применения подшипников качения и скольжения. Приводные муфты. Назначение. Классификация муфт. Зубчатые передачи. Окружное и радиальное усилия. Редукторы. Определение и классификация.

**Раздел 5. Расчет химического аппарата с механическим перемешивающим устройством.** Оформление пояснительной записки. Проектные и проверочные расчеты типовых элементов в соответствии с действующими методиками. Чертеж общего вида аппарата с видами, разрезами, сечениями и выносными элементами, дающими полное представление об его устройстве и принципе работы. Чертежи сборочных единиц и деталей. Чертежи сборочных единиц и деталей.



#### 4 Объем учебной дисциплины.

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			3		4	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>	<b>0,44</b>	<b>16</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>1,44</b>	<b>52</b>	<b>1,16</b>	<b>42</b>	<b>0,28</b>	<b>10</b>
Лекции	0,89	32	0,89	32		
Практические занятия (ПЗ)	1,33	48	0,89	32	0,44	16
в том числе в форме практической подготовки	1,44	52	0,72	26	0,22	8
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3,78</b>	<b>136</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>	<b>1,56</b>	<b>56</b>
Контактная самостоятельная работа (зачет с оценкой)	3,78	0,4	2,22	0,4	1,56	
Курсовой проект		55,6				55,6
Контактная самостоятельная работа (прием курсового проекта)		0,4				0,4
Расчетно-графические работы		18		18		
Подготовка к контрольным работам		18		18		
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,6		43,6		
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Курсовой проект</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			3		4	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>6</b>	<b>162</b>	<b>4</b>	<b>108</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>	<b>0,44</b>	<b>12</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>1,44</b>	<b>39</b>	<b>1,16</b>	<b>31,5</b>	<b>0,28</b>	<b>7,5</b>
Лекции	0,89	24	0,89	24		
Практические занятия (ПЗ)	1,33	48	0,89	24	0,44	12
в том числе в форме практической подготовки	1,44	39	0,72	19,5	0,22	6
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3,78</b>	<b>102</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>	<b>1,56</b>	<b>42</b>
Контактная самостоятельная работа (зачет с оценкой)	3,78	0,3	2,22	0,3	1,56	
Курсовой проект		41,7				41,7
Контактная самостоятельная работа (прием курсового проекта)		0,3				0,3
Расчетно-графические работы		13,5		13,5		
Подготовка к контрольным работам		13,5		13,5		
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		32,7		32,7		

Вид итогового контроля:		Зачет с оценкой	Курсовой проект
-------------------------	--	-----------------	-----------------

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии»

**1. Цель дисциплины** - вместе с дисциплинами общей химической технологии, химическими процессами и реакторами и другими, связать общенаучную и общеинженерную подготовку химиков-технологов, что необходимо при подготовке бакалавров по данному направлению для научно-исследовательской и практической работы на предприятиях.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4., УК-2.3; УК-2.10., УК-3.3., УК-8.4., ОПК-2.6, ОПК-2.7, ОПК-2.8., ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-4.7, ОПК-4.12., ПК-1.2, ПК-1.3., ПК-2.3., ПК-3.2., ПК-4.3.

***Знать:***

- основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета;

- методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов.

***Уметь:***

- определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса;

- рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рациональную схему.

***Владеть:***

- методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;

- навыками проектирования типовых аппаратов химической промышленности;

- методами определения рациональных технологических режимов работы оборудования.

**3. Краткое содержание дисциплины.**

**Раздел 1. Гидродинамические процессы и аппараты химической технологии.**

**1.1. Введение в дисциплину. Основные понятия и определения.**

Предмет дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии». Классификация процессов. Непрерывные и периодические, стационарные и нестационарные процессы.

Основные закономерности процессов и общие принципы расчета аппаратов химической технологии.

Жидкости и газы. Классификация жидкостей. Идеальная жидкость. Капельные и упругие жидкости. Силы, действующие в жидкости: массовые и поверхностные. Напряжения в жидкостях и газах (тангенциальные и нормальные). Свойства жидкостей.

Модель непрерывной среды. Понятие физического элементарного объема.

**1.2. Основы теории переноса.**

Основы теории явлений переноса: анализ механизмов, моделирования и разработки обобщенных методов расчета гидромеханических, тепловых и массообменных процессов и аппаратов. Феноменологические законы переноса импульса, массы и энергии. Молекулярный и конвективный перенос. Общие закономерности гидродинамики, теплопередачи и

массопередачи. Взаимосвязь этих процессов в промышленной аппаратуре. Роль явлений переноса при химических превращениях.

Материальные и энергетические (тепловые) балансы; определение массовых потоков и энергетических затрат. Условия равновесия и определение направления процессов переноса. Общий вид уравнений скорости процессов; движущие силы и кинетические коэффициенты. Лимитирующие стадии.

### 1.3. Гидростатика.

Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Покоящаяся жидкость под действием силы тяжести. Основное уравнение гидростатики. Практические приложения основного уравнения гидростатики.

### 1.4. Гидродинамика.

Баланс сил при движении вязкой несжимаемой жидкости. Уравнение неразрывности (сплошности) потока. Уравнение Навье-Стокса и его физический смысл.

Подобное преобразование уравнения Навье-Стокса. Безразмерные переменные - критерии гидродинамического подобия (Эйлера, Рейнольдса, Фруда, гомохронности), их физический смысл; параметрические критерии. Критериальное уравнение движения вязкой жидкости.

Уравнение движения Эйлера. Энергетический баланс стационарного движения идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости. Его практические приложения (истечение жидкостей, трубка Пито-Прандтля). Принципы измерения скоростей и расходов жидкости дроссельными приборами и пневмометрическими трубками. Определение расходов при истечении жидкостей через отверстия или насадки.

Гидродинамические режимы движения жидкостей: ламинарный и турбулентный.

Число Рейнольдса и его критические значения. Механизмы ламинарного и турбулентного течений. Понятие турбулентности. Представления о гидродинамическом пограничном слое при течении по трубам и каналам и при обтекании тел.

Расчет диаметра трубопроводов и аппаратов; выбор скоростей потоков и оптимального диаметра трубопроводов.

Распределение скоростей по радиусу трубы постоянного сечения при ламинарном стационарном течении.

Течение в трубах и каналах. Определяющий поперечный размер потока в каналах произвольной формы: гидравлический радиус, эквивалентный диаметр.

Гидравлическое сопротивление при течении жидкостей и газов. Расчет потерь на трение (уравнение Дарси-Вейсбаха) и на местные сопротивления. Соотношения и номограммы для расчета коэффициента трения. Зависимости между расходом и перепадом давления. Расчет напора для перемещения жидкостей через систему трубопроводов и аппаратов.

### 1.5. Перемещение жидкостей.

Перемещение жидкостей с помощью машин, повышающих давление. Объемные (поршневые, ротационные и др.) и динамические (центробежные, осевые и др.) насосы. Основные параметры работы гидравлических машин: производительность, напор, мощность, КПД.

Расчет напора и потребляемой мощности; подбор двигателя к насосу. Определение допустимой высоты всасывания. Явление кавитации и его предотвращение.

Особенности работы, сопоставление и области применения основных типов насосов - центробежных, поршневых (плунжерных) и др. Связь напора, мощности и КПД с производительностью (характеристики насосов). Работа насосов на сеть и их выбор; регулирование производительности.

## **Раздел 2. Тепловые процессы и аппараты химической технологии.**

### 2.1. Основные понятия и определения в теплопередаче.

Основные тепловые процессы в химической технологии: нагревание и охлаждение, конденсация паров и испарение жидкостей.

Стационарный и нестационарный перенос теплоты. Температурное поле, градиент температуры и тепловой поток; теплопередача и теплоотдача. Температуропроводность – теплоинерционные свойства среды.

## 2.2. Перенос энергии в форме теплоты.

Тепловой баланс как частный случай энергетического баланса. Определение тепловой нагрузки аппарата при изменении и без изменения агрегатного состояния. Расход теплоносителей.

Дифференциальное уравнение переноса энергии в форме теплоты, уравнение Фурье-Кирхгофа и теплопроводности.

Стационарный перенос теплоты через плоские и цилиндрические стенки. Сочетание механизмов переноса теплоты (теплопроводности, конвекции, излучения).

Конвективный перенос теплоты. Безразмерные переменные – числа Нуссельта, Пекле, Прандтля, Грасгофа, Фурье. Расчет коэффициентов теплоотдачи при вынужденной и естественной конвекции.

Теплообмен при изменении агрегатного состояния. Конденсация паров. Формула Нуссельта. Теплообмен при кипении.

Радиантный теплоперенос. Взаимное излучение тел. Радиантно-конвективный перенос теплоты. Расчет потерь теплоты аппаратами в окружающую среду и тепловой изоляции. Основное уравнение теплопередачи.

## 2.3. Теплопередача в поверхностных теплообменниках.

Теплопередача в поверхностных теплообменниках. Аддитивность термических сопротивлений. Средняя движущая сила теплопередачи. Определение средней движущей силы в аппаратах различных конструкций. Взаимное направление движения теплоносителей. Расчет поверхности теплообменников.

Способы подвода и отвода теплоты в химической технологии. Требования, предъявляемые к теплоносителям. Обогрев водяным паром, высокотемпературными органическими теплоносителями, топочными газами. Способы электрообогрева. Отвод теплоты водой, воздухом и низкотемпературными теплоносителями.

Теплообменные аппараты; их классификация. Основные типы поверхностных теплообменников (трубчатые, пластинчатые, аппараты с перемешивающими устройствами и т.д.) Смесительные теплообменники: градирни, конденсаторы смешения. Выбор оптимальных конструкций и условий эксплуатации теплообменных аппаратов. Основные тенденции совершенствования теплообменных аппаратов.

## **Раздел 3. Процессы и аппараты разделения гомогенных систем (основные массообменные процессы).**

### 3.1. Основные понятия и определения в массопередаче.

Классификация процессов массообмена. Основные понятия и определения. Процессы со свободной и фиксированной границей раздела фаз и с разделяющей фазы перегородкой (мембраной). Носители и распределяемые вещества. Способы выражения состава фаз.

Физико-химические основы массообменных процессов. Равновесные условия и определение направления переноса вещества из фазы в фазу. Коэффициенты распределения. Понятие о массопередаче и массоотдаче.

Концентрационное поле, градиент концентрации, общий и удельный поток массы. Молекулярная диффузия в жидкостях, газах (парах) и твердых телах.

### 3.2. Механизмы переноса массы.

Уравнение неразрывности для двухкомпонентной системы.

Дифференциальное уравнение конвективного переноса массы в бинарных средах.

Диффузионный пограничный слой; профили концентраций и скоростей в потоках.

Коэффициенты массоотдачи. Основные модельные представления о механизме массоотдачи.

Моделирование конвективного массообмена. Числа Нуссельта, Пекле, Прандтля, Фурье и др., их физический смысл, аналогии с тепловым подобием применительно к газам и жидкостям. Расчет коэффициентов массоотдачи в аппаратах различных типов по уравнениям с безразмерными переменными.

Массопередача. Основное уравнение массопередачи. Соотношение между коэффициентами массопередачи и массоотдачи, аддитивность диффузионных сопротивлений. Интенсификация массопередачи путем воздействия на лимитирующую стадию.

Влияние условий (температуры, давления, концентраций) на направление массопереноса на примерах абсорбции; принципы выбора абсорбентов.

### 3.3. Фазовое равновесие.

Материальный баланс непрерывного установившегося процесса при различных способах выражения составов фаз и их расходов; уравнения рабочих линий.

Пределные концентрации распределяемого компонента в отдающей и извлекающей фазах для противоточных процессов. Максимально возможная степень извлечения, минимальный и оптимальный расходы извлекающей фазы.

### 3.4. Методы расчёта размеров массообменных колонных аппаратов.

Расчет поперечного сечения (диаметра) колонны; предельно допустимая и экономически оптимальная скорости сплошной фазы.

Рациональный выбор взаимного направления движения фаз и организации потоков в массообменных аппаратах. Расчет массообменных процессов и аппаратов для систем с одним распределяемым компонентом. Основы расчета высоты массообменных аппаратов с непрерывным и ступенчатым контактом фаз. Два основных метода расчета: на основе коэффициентов массопередачи и на основе понятия теоретической ступени разделения. Понятие числа единиц переноса и высоты единицы переноса. Фактор массопередачи. Средняя движущая сила массопередачи. Влияние продольного перемешивания на среднюю движущую силу массопередачи. Процедура расчета, основанная на объемных коэффициентах массопередачи. Графический и аналитический методы расчета.

Расчет высоты массообменных аппаратов со ступенчатым контактом фаз. Эффективность ступени по Мэрфри. Связь числа единиц переноса и локального КПД ступени по Мэрфри. Численный расчет «от ступени к ступени» и его графическая интерпретация с использованием «кинетической линии». Учет структуры потоков и КПД тарелки. Особенности расчета тарельчатых колонн на основе понятия теоретической тарелки. Число действительных и теоретических тарелок. Эффективность тарелки.

Рациональный выбор взаимного направления движения фаз и организации потоков в массообменных аппаратах.

### 3.5. Абсорбция.

Общие принципы устройства и классификация аппаратов для массообменных процессов в системах "газ(пар)-жидкость". Особенности конструкций абсорберов.

Основные типы и области применения абсорберов: насадочные и тарельчатые колонны, аппараты со сплошным и секционированным барботажным слоем, аппараты с диспергированием жидкости.

Схемы абсорбционно-десорбционных установок с выделением извлеченного компонента и регенерацией абсорбента (десорбцией при повышенной температуре, понижением давления, отдувкой инертным носителем).

### 3.6. Дистилляция. Ректификация.

Разделение дистилляцией жидких гомогенных смесей и сжиженных газов; области применения и особенности проведения процессов при различном давлении.

Парожидкостное равновесие для систем с полной и ограниченной взаимной растворимостью и его влияние на возможность разделения компонентов дистилляционными методами. Расчет равновесия для идеальных бинарных смесей.

Простая и фракционная перегонка; перегонка с дефлегмацией. Материальный баланс, расчет выхода продукта и его среднего состава при перегонке бинарных смесей. Схемы установок. Тепловые балансы и расчет расходов теплоносителей для этих процессов.

Ректификация. Физико-химические основы и особенности условий проведения процессов. Схемы установок для непрерывной и периодической ректификации бинарных смесей. Особенности устройства аппаратов (насадочных и тарельчатых колонн) и выбора режимов их работы при ректификации (по сравнению с абсорбцией). Особенности устройства и варианты работы испарителей и дефлегматоров.

Моделирование и расчет процессов и аппаратов при непрерывной ректификации бинарных систем. Основы численного и графоаналитического методов. Материальный баланс. Рабочие линии. Определение минимального и рабочего флегмового числа. Тепловой баланс и расчет расходов теплоносителей. Принципы технико-экономической оптимизации при расчете рабочего флегмового числа, размеров аппаратуры и энергетических затрат. Основы расчета тарельчатых и насадочных ректификационных колонн.

#### **Раздел 4. Процессы и аппараты разделения гетерогенных систем (основные гидромеханические процессы).**

##### 4.1. Разделение гетерогенных систем. Основные понятия и методы.

Классификация жидких и газовых гетерогенных систем: суспензии, эмульсии, пены, пыли, туманы. Материальный баланс процессов разделения гетерогенных систем.

Оценка эффективности и выбор оптимальных процессов и аппаратов для разделения гетерогенных смесей.

##### 4.2. Основы теории осаждения.

Разделение жидких и газовых систем в поле сил тяжести. Расчет скоростей свободного и стесненного осаждения твердых частиц шарообразной и отличных от нее форм в поле силы тяжести.

Процессы отстаивания и устройство аппаратов разделения суспензий, эмульсий и пылей. Расчет поверхности осаждения и производительности отстойников. Устройство и действие циклонов (простых и батарейных), гидроциклонов.

##### 4.3. Течение жидкости через неподвижные зернистые и псевдооживленные слои.

Значение гидродинамики зернистых слоев в процессах фильтрования, тепло- и массообмена, гетерогенного катализа и др. Основные характеристики этих слоев: дисперсность, удельная поверхность, порозность, эквивалентный диаметр каналов. Расчет гидравлического сопротивления слоя. Гидравлическое сопротивление слоев насадок промышленных массо- и теплообменных аппаратов.

Режимы течения потоков в насадочных колоннах. Гидравлическое сопротивление, явления подвисяния, захлебывания и инверсии фаз и расчет соответствующих скоростей.

Гидродинамика псевдооживленных (кипящих) слоев. Область применения псевдооживления. Основные характеристики псевдооживленного состояния. Гидравлическое сопротивление. Расчет скоростей псевдооживления и свободного витания, высоты псевдооживленного слоя. Однородное и неоднородное псевдооживление. Особенности псевдооживления полидисперсных слоев. Пневмо- и гидротранспорт зернистых твердых материалов.

##### 4.4. Фильтрование суспензий и очистка газов от пылей.

Специфика поведения осадков как зернистых слоев: сжимаемые и несжимаемые осадки. Виды фильтровальных перегородок. Факторы, влияющие на скорость фильтрования. Фильтрование при постоянной скорости фильтрования. Экспериментальное определение констант уравнения фильтрования. Классификация и устройство основных типов непрерывно и периодически работающих фильтров и фильтрующих центрифуг.

#### **4. Объем учебной дисциплины.**

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			5		6	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>12</b>	<b>432</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>6</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа - аудиторные занятия</b>	<b>3,6</b>	<b>128</b>	<b>1,8</b>	<b>64</b>	<b>1,8</b>	<b>64</b>
Лекции	1,8	64	0,9	32	0,9	32
Практические занятия (ПЗ)	1,8	64	0,9	32	0,9	32
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6,4</b>	<b>232</b>	<b>3,2</b>	<b>116</b>	<b>3,2</b>	<b>116</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	6,4	232	3,2	116	3,2	116

<b>Виды контроля:</b>						
<b>Экзамен</b>	<b>2,0</b>	<b>72</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>
Контактная работа - промежуточная аттестация	2,0	0,8	0,01	0,4	0,01	0,4
Подготовка к экзамену		71,2	0,99	35,6	0,99	35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			5		6	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>12</b>	<b>324</b>	<b>6</b>	<b>162</b>	<b>6</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа - аудиторные занятия</b>	<b>3,6</b>	<b>96</b>	<b>1,8</b>	<b>48</b>	<b>1,8</b>	<b>48</b>
Лекции	1,8	48	0,9	24	0,9	24
Практические занятия (ПЗ)	1,8	48	0,9	24	0,9	24
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6,4</b>	<b>174</b>	<b>3,2</b>	<b>87</b>	<b>3,2</b>	<b>87</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	6,4	174	3,2	87	3,2	87
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Экзамен</b>	<b>2,0</b>	<b>54</b>	<b>1,0</b>	<b>27</b>	<b>1,0</b>	<b>27</b>
Контактная работа - промежуточная аттестация	2,0	0,6	0,01	0,3	0,01	0,3
Подготовка к экзамену		53,4	0,99	26,7	0,99	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Общая химическая технология»

**1. Цель дисциплины** – формирование знаний в области реализации химико-технологических процессов с учетом физико-химических особенностей протекающих реакций, выбора оптимальных условий реализуемых процессов, выбора эффективных реакторов, приобретения навыков в составлении материальных и тепловых балансов, в расчете процессов и реакторов на основе математического моделирования, получения знаний в области разработки энергосберегающих химико-технологических систем (ХТС), безотходных и малоотходных технологий на примере современных производств.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-4.4, ОПК-4.5, ОПК-4.8, ОПК-4.9, ОПК-4.14.

*Знать:*

- основы теории химических процессов и реакторов;
- методологию исследования взаимодействия химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях;
- методику выбора реактора и расчёта процесса в нем;
- основные реакционные процессы и реакторы химической и биотехнологии;
- основные принципы организации химического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;
- основные химические производства.

*Уметь:*

- рассчитать основные характеристики химического процесса;
- выбрать рациональную схему производства заданного продукта;

- оценить технологическую эффективность производства;
- выбрать эффективный тип реактора;
- провести расчет технологических параметров для заданного процесса;
- определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе.

*Владеть:*

- методами анализа эффективности работы химических производств;
- методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей;
- методами выбора химических реакторов.

### **3. Краткое содержание дисциплины:**

#### **Раздел 1. Химическая технология и химическое производство.**

##### **1.1. Основные определения и положения.**

Химическая технология. Объект химической технологии. Межотраслевой характер химической технологии. Развитие химических производств и химической технологии. Место химической технологии в промышленной сфере и методов химической технологии в нехимических отраслях промышленности. Системный анализ сложных схем и взаимодействий элементов схемы – понятие и содержание метода. Физическое и математическое моделирование, определение и основные понятия, их место в инженерно-химических исследованиях и разработках. Место и значение натурального и вычислительного эксперимента. Содержание и задачи учебного курса.

##### **1.2. Химическое производство.**

Понятие о химическом производстве. Многофункциональность химического производства. Общая структура химического производства. Основные подсистемы химического производства. Основные технологические компоненты химического производства. Качественные и количественные показатели химического производства: технологические, экономические, эксплуатационные, социальные.

##### **1.3. Сырьевые ресурсы, вода и энергия в химическом производстве.**

Классификация сырьевых ресурсов по различным признакам – фазовому состоянию, происхождению, источникам. Минеральное сырье (руды и полезные ископаемые), органическое природное сырье (горючие ископаемые), растительное и животное сырье, вторичное сырье – их использование и пути переработки. Основные способы первичной обработки сырья (обогащение, очистка, подготовка к транспортировке и переработке). Понятие, сущность и примеры углубления использования сырья, комбинирования производств и комплексной переработки сырья.

Значение и использование воды в химических производствах. Источники воды. Требования к технологической и бытовой воде. Промышленная подготовка воды и методы ее очистки от примесей. Основные методы контроля качества воды. Экономия водопотребления в производстве. Водооборотные системы.

Виды и источники энергии в химической промышленности. Масштабы потребления и способы уменьшения энергетических затрат. Сущность и примеры регенерации и рекуперации энергии. Энерготехнологические системы. Вторичные энергетические ресурсы.

#### **Раздел 2. Теоретические основы химических процессов и реакторов.**

##### **2.1. Основные определения и положения.**

Физико-химические закономерности химических превращений – стехиометрические, термодинамические, кинетические. Показатели химического превращения – степень превращения, выход продукта, интегральная и дифференциальная селективности, скорости реакции и превращения реагентов.

##### **2.2. Химические процессы.**

Определение. Классификация химических процессов по различным признакам – химическим (вид химической реакции, термодинамические характеристики, схема превращений) и фазовым (число и агрегатное состояние фаз).

Гомогенный химический процесс. Определение и примеры. Влияние химических признаков и условий протекания процесса на его показатели. Способы интенсификации.



Понятие оптимальных температур. Оптимальные температуры для обратимых и необратимых экзо- и эндотермических реакций.

Гетерогенный (некаталитический) химический процесс. Определение и примеры. Структура процесса и его составляющие (стадии). Наблюдаемая скорость химического превращения. Области (режимы) протекания процесса, лимитирующая стадия.

Гетерогенный химический процесс "газ (жидкость) - твердое". Обоснование, построение и анализ математической модели для реакций горения (модель "сжимающаяся сфера") и топохимической (модель "с невзаимодействующим ядром"). Наблюдаемая скорость превращения, время превращения и пути интенсификации для различных областей протекания процесса.

Гетерогенный химический процесс "газ (жидкость) - жидкость". Обоснование, построение и анализ математической модели. Наблюдаемая скорость превращения и области протекания процесса. Пути интенсификации для различных режимов процесса.

Каталитический процесс. Определение, классификация, примеры. Гетерогенный катализ на твердом катализаторе. Обоснование, построение и анализ математической модели на каталитической поверхности и в пористом зерне катализатора. Наблюдаемая скорость превращения и области протекания процесса. Степень использования внутренней поверхности. Пути интенсификации каталитических процессов.

### **2.3. Химические реакторы.**

Определение и назначение химического реактора. Реакторы в химических и нехимических отраслях промышленности. Обзор типов химических реакторов, их структурные элементы (реакционная зона, устройства ввода и вывода, смешения, разделения и распределения потоков, теплообменные элементы), основные процессы и явления в них.

Систематизация процессов в химическом реакторе по масштабу их протекания: химическая реакция, химический процесс в элементарном объеме, процессы в реакционном элементе и в реакторе в целом, их взаимосвязь и иерархическая структура математической модели процесса в реакторе. Примеры процессов в различных видах химических реакторов.

Классификация процессов в реакторах по различным признакам - вид химического процесса, организация потоков реагентов (схема движения реагентов через реактор, структура потоков в реакционной зоне), организация тепловых потоков (тепловой режим, схема теплообмена), стационарность процесса.

Обоснование и построение математической модели процесса в реакторах различного типа как системы уравнений материального и теплового балансов на основе данных о структуре потока, химических превращениях, явлениях переноса тепла и вещества и их взаимодействии. Систематизация и классификация математических моделей процессов в реакторах.

Изотермические процессы в химическом реакторе. Влияние структуры потока (идеальное смешение и вытеснение), стационарности процесса (проточный и периодический), параметров и условий протекания процесса (температура, концентрация, давление, объем реакционной зоны, время), вида химической реакции (простая и сложная, обратимая и необратимая) и ее параметров на профили концентраций и показатели процесса в реакторе (степень превращения, выход продукта, селективность процесса). Основы расчета процесса в реакторе. Сопоставление эффективности процессов в реакторах, описываемых моделями идеального смешения и вытеснения.

Неизотермические процессы в химических реакторах. Организация тепловых потоков и режимов в химических реакторах. Распределение температуры, концентраций и степени превращения в реакторе в режимах идеального смешения и вытеснения, адиабатическом и с теплообменом. Связь температуры и степени превращения в адиабатическом процессе. Сопоставление с изотермическим режимом. Число и устойчивость стационарных режимов в реакторах идеального смешения.

### **2.4. Промышленные химические реакторы.**

На конкретных примерах предметно рассматриваются промышленные реакторы для проведения гомогенных, гетерогенных и каталитических процессов – типы реакторов, конструктивные характеристики и особенности режима, области использования.

### **Раздел 3. Химическое производство, как химико-технологическая система.**

#### **3.1. Структура и описание химико-технологической системы.**

Химическое производство как химико-технологическая система (ХТС). Понятие системы и ХТС. Состав ХТС: элементы, связи, подсистемы. Элементы ХТС, классификация по виду процессов и назначению. Технологические связи элементов ХТС (потoki). Последовательная, параллельная, разветвленная, последовательно-обводная (байпас), обратная (рецикл) технологические связи. Их схемы и назначение.

Описание ХТС. Виды моделей ХТС - описательные и графические. Описательные модели - химическая схема и математическая модель. Графические модели - функциональная, технологическая, структурная и другие (специальные) схемы. Назначение, применение и взаимосвязь моделей.

#### **3.2. Анализ ХТС.**

Понятие, задачи и результаты анализа ХТС - состояние ХТС, материальный и тепловой балансы, показатели химического производства.

Свойства ХТС как системы: взаимосвязанность режимов элементов, различие оптимальности элемента одиночного и в системе, устойчивость и существование стационарных режимов и др.

Материальный и тепловой балансы. Методика составления и расчета материальных и тепловых балансов ХТС и ее подсистем. Особенности расчета балансов в схемах с рециклом. Формы представления балансов (таблицы, диаграммы и др.).

Материальный баланс для массообменных и реакционных элементов. Использование стехиометрических, термодинамических и межфазных балансовых соотношений. Степень использования сырьевых ресурсов.

Энтальпийный, энергетический (по полной энергии) и эксергетический балансы и КПД. Их сопоставление и использование в анализе ХТС.

#### **3.3. Синтез ХТС.**

Понятие и задачи синтеза ХТС. Основные этапы разработки ХТС. Роль математических и эвристических методов.

Основные концепции при синтезе ХТС: полное использование сырьевых и энергетических ресурсов, минимизация отходов, оптимальное использование аппаратуры. Их содержание и способы реализации. Комбинированные производства, совмещенные процессы, вторичные энергетические ресурсы, энерготехнологические системы, перестраиваемые ХТС, замкнутые, малоотходные производства - их понятия, особенности и применение.

Однородные технологические схемы: система рекуперативного теплообмена, система разделения многокомпонентной смеси, система реакторов. Основы построения их оптимальной структуры

### **Раздел 4. Промышленные химические производства.**

Химические производства рассматриваются предметно как реализация изученных теоретических основ химико-технологических процессов и ХТС, концепций построения высокоэффективной ХТС. Основной акцент делается на физико-химические основы концепции построения технологической схемы производства и его подсистем. Производство серной кислоты. Производство аммиака. Производство азотной кислоты. Производство стирола.

### **Раздел 5. Современные тенденции в развитии химической технологии.**

Текущее состояние химической промышленности в мире и тенденции ее развития. Перспективные источники сырья и энергии. Кластеризация химической промышленности. Совмещенные процессы. Гибкие и перестраиваемые технологические схемы. Новые химико-технологические процессы и способы получения продуктов. Нанотехнология.

#### **4. Объем учебной дисциплины:**

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>7</b>	<b>252</b>	<b>189</b>

<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>	<b>72</b>
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32	24
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3,33</b>	<b>120</b>	<b>90</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,33	120	90
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>экзамен</b>		

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами»

**1. Цель дисциплины** – дать базовые знания по теории систем управления химико-технологическими процессами (СУ ХТП), привить навыки и умения анализа свойств ХТП, как объектов управления и практического применения технических средств управления.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:  
ОПК-4.6, ОПК-4.10, ОПК-4.13, ОПК-4.15.

*Знать:*

- основные понятия теории управления;
- статические и динамические характеристики объектов управления;
- основные виды систем автоматического управления (САУ) и законы регулирования;
- типовые САУ в химической промышленности;
- методы и средства измерения основных технологических параметров;
- устойчивость САУ;
- основные понятия о нелинейных САУ, релейных системах, логических алгоритмах управления, адаптивных и оптимальных системах управления.

*Уметь:*

- определять основные статические и динамические характеристики объектов управления;
- выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса;
- оценивать устойчивость САУ;
- выбирать конкретные типы приборов для диагностики ХТП.

*Владеть:*

- методами теории автоматического регулирования, организации и расчёта систем оптимального управления процессами химической технологии.

**3. Краткое содержание дисциплины:**

**Раздел 1. Основные понятия управления химико-технологическими процессами.**

Значение автоматического управления для развития химической промышленности. Особенности управления химическим предприятием и химико-технологическим процессом. Технико-экономический эффект внедрения автоматизированных систем управления. Роль систем управления в обеспечении безопасности химического производства и охраны окружающей среды. Основные термины и определения. Иерархия управления. Основные принципы управления. Классификация систем управления. Функциональная структура САУ. Показатели качества управления.

**Раздел 2. Основы теории автоматического управления.**

Математические модели САУ. Динамические характеристики САУ. Использование операционного исчисления для анализа САУ. Типовые динамические звенья. Временные и частотные характеристики. Эквивалентные преобразования структурных схем. Устойчивость

линейных САУ с обратной связью. Классификация и основные свойства объектов управления. Методы определения свойств объектов управления. Основные законы регулирования. Регуляторы на основе искусственных нейронных сетей. Цифровые и робастные системы управления. Выбор закона регулирования и определение оптимальных параметров настройки промышленных регуляторов.

### **Раздел 3. Измерение технологических параметров химико-технологического процесса.**

Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации. Основные термины и определения метрологии. Методы измерений. Средства измерительной техники, их статические и динамические свойства. Погрешности измерений. Способы передачи информации на расстояние. Организация дистанционной диагностики ХТП. Измерение основных технологических параметров: давления, температуры, расхода и количества, уровня жидкости и сыпучих материалов, состава и физико-химических свойств веществ.

### **Раздел 4. Основы проектирования автоматических систем управления химико-технологическими процессами.**

Особенности управления ХТП. Регулирование основных технологических параметров: расхода, давления, температуры, уровня, рН. Технические средства САУ. Основные разновидности управляющих устройств. Типы, характеристики и расчёт исполнительных механизмов и регулирующих органов. Оформление проектного задания на автоматизацию технологического процесса. Выбор точек измерения, контроля, управляемых параметров и управляющих воздействий. Стандарты и условные обозначения для технологических схем. Основные сведения об АСУ ТП в химической промышленности. Примеры АСУ ТП в химической промышленности. Основные выводы по курсу. Современные тенденции в развитии СУ ХТП.

#### **4. Объём учебной дисциплины:**

Вид учебной работы	Объём дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>	<b>36</b>
Лекции	0,433	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,433	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	0,433	16	12
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>	<b>72</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,67	96	72
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>экзамен</b>		

#### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов»**

**1 Цель дисциплины** – приобретение базовых знаний по основным разделам курса, а также умений и практических навыков в области моделирования химико-технологических процессов, используемых при решении научных и практических задач.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-4.4; ОПК-4.5; ОПК-4.7; ОПК-4.8; ОПК-4.9; ОПК-5.3; ОПК-5.5; ОПК-5.6; ОПК-4.10; ОПК-4.11; ОПК-4.12; ОПК-4.14; ОПК-4.16

*Знать:*

- методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов;
- методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных;
- методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей;

*Уметь:*

- применять известные методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач расчета, моделирования, идентификации и оптимизации при исследовании, проектировании и управлении процессами химической технологии
- использовать в своей практической деятельности для достижения этих целей известные пакеты прикладных программ.

*Владеть:*

- методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов
- методами вычислительной математики для разработки и реализации на компьютерах алгоритмов моделирования, идентификации и оптимизации химико-технологических процессов;

### **3. Краткое содержание дисциплины**

Тема 1. Основные понятия.

Основные принципы компьютерного моделирования химико-технологических процессов (ХТП). Математические эмпирические и математические физико-химические модели и компьютерное моделирование. Детерминированные и вероятностные математические модели. Применение методологии системного анализа для решения задач моделирования. Применение принципа «черного ящика» при математическом моделировании. Автоматизированные системы прикладной информатики. Иерархическая структура химических производств и их математических моделей. Применение компьютерных моделей химических процессов для анализа, оптимизации и синтеза химико-технологических систем. Основные приемы математического моделирования: эмпирический, структурный (физико-химический) и комбинированный (теоретический). Построение статических и динамических моделей. Решение прямых задач. Проектный и поверочный (оценочный) расчет процессов. Решение обратных задач. Параметрическая и структурная идентификация математических моделей. Установление адекватности математических моделей. Стратегия проведения расчетных исследований и компьютерного моделирования реальных процессов.

Раздел 1. Построение эмпирических моделей химико-технологических процессов.

Тема 1.1. Формулировка задачи аппроксимации данных для описания экспериментальных зависимостей и получения эмпирических моделей процессов. Виды критериев аппроксимации. Критерий метода наименьших квадратов. Решение задачи аппроксимации для нелинейной и линейной по параметрам моделей. Матричная формулировка задачи аппроксимации. Аналитический и алгоритмический подходы для решения задачи аппроксимации для линейных и линеаризованных моделей методом наименьших квадратов.

Тема 1.2. Нормальный закон распределения для векторных случайных величины и определение их числовых характеристик. Математическое ожидание и дисперсия для векторных случайных величин. Дисперсионный и корреляционный анализ. Понятия дисперсии воспроизводимости и адекватности, а также - остаточной дисперсии. Определение выборочных коэффициентов корреляции и коэффициента множественной корреляции. Статистический подход к определению ошибок и погрешностей в экспериментальных точках измерений.

Тема 1.3. Регрессионный и корреляционный анализ для построения эмпирических моделей на основе данных пассивного эксперимента. Понятия функции отклика и факторов. Основные допущения регрессионного и корреляционного анализа. Критерии проверки однородности дисперсий. Выбор вида уравнений регрессии, а также определение коэффициентов регрессии и их значимости с использованием критерия Стьюдента. Процедура исключения незначимых коэффициентов регрессии. Определение адекватности регрессионных моделей с помощью критерия Фишера.

Тема 1.4. Основные положения теории планирования экспериментов (I): полный факторный эксперимент (ПФЭ) и обработка его результатов. Оптимальные свойства матрицы планирования и свойство ортогональности. Определение коэффициентов моделей, их значимости и проверка адекватности уравнения регрессии. Свойство ротатабельности полного факторного эксперимента.

Тема 1.5. Основные положения теории планирования экспериментов (II): ортогональный центральный композиционный план (ОЦКП) экспериментов и обработка его результатов. Обеспечение ортогональности матрицы планирования и определение величины звездного плеча. Определение коэффициентов модели, их значимости и оценка адекватности уравнения регрессии. Расчетное вычисление координат точки оптимума (экстремума).

Тема 1.6. Оптимизация экспериментальных исследований с применением метода Бокса-Вильсона. Основные подходы к оптимизации экспериментальных исследований. Экспериментально-статистический метод. Стратегия движения к оптимуму целевой функции (функции отклика) градиентным методом. Критерии достижения «почти стационарной области» и методы уточнения положения оптимальной точки в факторном пространстве.

Раздел 2. Построение физико-химических химико-технологических процессов.

Тема 2.1 Этапы математического моделирования. Формулировка гипотез, построение математического описания, разработка моделирующего алгоритма, проверка адекватности модели и идентификация их параметров, расчетные исследования (вычислительный эксперимент).

Тема 2.2 Составление систем уравнений математического описания процессов и разработка (выбор) алгоритмов их решения. Блочный принцип построения структурных математических моделей. Обобщенное описание движения потоков фаз в аппаратах с помощью гидродинамических моделей, учитывающих сосредоточенные и распределенные источники вещества и энергии (теплоты). Локальные интенсивности источников вещества и теплоты в потоках, соответствующие различным физико-химическим процессам. Основные типы уравнений математического описания химико-технологических процессов – конечные, обыкновенные дифференциальные и дифференциальные уравнения в частных производных.

Тема 2.3 Математическое моделирование стационарных и динамических режимов гидравлических процессов в трубопроводных системах, глобальные и декомпозиционные методы решения систем нелинейных уравнений, а также явные и неявные методы численного решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Составление уравнений математического описания процесса. Построение информационных матриц математических моделей для выбора общего алгоритма решения – моделирующего алгоритма. Реализация алгоритмов решения нелинейных и обыкновенных дифференциальных уравнений. Описание стационарных режимов ХТП с применением систем линейных и нелинейных уравнений. Итерационные алгоритмы решения. Применение методов простых итераций и Ньютона-Рафсона для получения решения. Проблема сходимости процесса решения. Декомпозиционный метод решения сложных систем конечных уравнений. Построение информационной матрицы для выбора оптимального алгоритма решения задачи. Понятие жесткости систем дифференциальных уравнений и критерии жесткости. Явные (быстрые) и неявные (медленные) методы решения. Методы первого (метод Эйлера), второго (модифицированные методы Эйлера) и четвертого порядка (метод Рунге-Кутты). Оценка точности методов – ошибок усечения. Переходные ошибки и ошибки округления при численном интегрировании дифференциальных уравнений. Способы обеспечения сходимости решения задачи. Применение неявных методов для решения

жестких систем дифференциальных уравнений. Определения шага интегрирования итерационным методом. Методов Крэнка-Никольсона (метод трапеций).

Тема 2.4 Математическое моделирование стационарных режимов процессов теплопередачи в пластинчатых и змеевиковых теплообменниках. Математическое описание процессов с применением моделей идеального смешения и вытеснения. Выбор и графическое представление алгоритмов решения. Применение стандартных методов вычислительной математики для решения задач.

Тема 2.5 Математическое моделирование стационарных режимов процессов теплопередачи в прямоточных и противоточных трубчатых теплообменников, решение задачи Коши и краевой задачи при интегрировании систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Математическое описание процессов с применением моделей идеального вытеснения. Решение задачи Коши и краевой задачи. Представление алгоритмов вычислений в виде информационной матрицы системы уравнений математического описания и блок-схем расчетов. Математическое описание ХТП с применением систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Описание объектов с распределенными в пространстве параметрами. Формулировка начальных и краевых условий задач решения. Численный алгоритм 1-го порядка для решения задачи Коши. Метод «пристрелки» для решения краевой задачи.

Тема 2.6 Математическое моделирование стационарных режимов процессов в реакторах с мешалкой. Описание микрокинетических закономерностей протекания произвольных сложных химических реакций в жидкой фазе для многокомпонентных систем. Определение ключевых компонентов сложных химических реакций с применением методов линейной алгебры - рангов матриц стехиометрических коэффициентов реакции. Математическое описание реакторного процесса с рубашкой для произвольной схемы протекания химической реакции. Выбор алгоритмов решения задачи с применением информационной матрицы системы уравнений математического описания и представления алгоритма решения с помощью блок-схемы расчета процесса.

Тема 2.7 Математическое моделирование нестационарных режимов процессов в реакторах с мешалкой. Математическая постановка задачи для реакции с произвольной стехиометрической схемой. Формулировка задачи Коши – задачи с начальными условиями. Разностное представление системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Построение информационной матрицы для выбора алгоритма решения. Графическое представление алгоритма решения в виде блок-схемы расчета.

Тема 2.8 Математическое моделирование стационарных режимов в трубчатых реакторах с прямоточным и противоточным движением теплоносителей. Математическая постановка задачи для реакции с конкретной стехиометрической схемой. Формулировка задачи Коши – задачи с начальными условиями и краевой задачи – задачи с краевыми условиями. Разностное представление систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Построение информационных матриц для выбора алгоритмов решения. Графическое представление алгоритмов решения в виде блок-схемы расчета.

Тема 2.9 Математическое моделирование нестационарных режимов процессов в трубчатых реакторах и численные алгоритмы дискретизации для решения систем дифференциальных уравнений с частными производными. Математическая постановка задачи для реакции с конкретной стехиометрической схемой. Формулировка начальных и граничных условий. Дифференциальные уравнения в частных производных - эллиптического, параболического и гиперболического типов. Алгоритмы решения уравнений параболического типа. Математическая модель химического превращения в изотермических условиях для нестационарного процесса в трубчатых аппаратах с учетом продольного перемешивания и с применением однопараметрической диффузионной модели для описания гидродинамической обстановки в реакционном потоке. Алгоритмы решения в виде систем нелинейных уравнений, а также обыкновенных дифференциальных уравнений первого и второго порядков.

Тема 2.10 Математическое моделирование стационарных режимов процессов непрерывной многокомпонентной ректификации и абсорбции. Математическое описание процесса многокомпонентной ректификации в тарельчатой колонне. Моделирование фазового равновесия

и процесса массопередачи на тарелках в многокомпонентных системах. Учет тепловых балансов на тарелках при моделировании процесса в ректификационной колонне. Декомпозиционный алгоритм расчета процесса ректификации в колонном аппарате. Математическое описание процесса многокомпонентной абсорбции в насадочной колонне. Моделирование процесса многокомпонентной массопередачи в секциях насадочной колонны. Алгоритм решения краевой задачи для моделирования процесса абсорбции в насадочной колонне.

Раздел 3. Основы оптимизации химико-технологических процессов.

Тема 3.1 Решение задач оптимизации с термодинамическими, технологическими, экономическими, технико-экономическими и экологическими критериями оптимальности. Оптимальные ресурсосберегающие ХТП. Выбор критериев оптимальности (целевых функций). Формулировка многокритериальной задачи оптимизации. Особенности решения оптимизационных задач ХТП при наличии нескольких критериев оптимальности, овражном характере целевой функции и наличии ограничений 1-го и 2-го рода.

Тема 3.2 Алгоритмы одномерной и многомерной оптимизации. Методы сканирования, локализации экстремума, золотого сечения и чисел Фибоначи в случае одномерной оптимизации. Методы многомерной оптимизации нулевого, первого и второго порядков. Симплексные, случайные и градиентные методы многомерной оптимизации. Метод штрафных функций.

Заключение.

А. Применение компьютерных моделей ХТП при проектировании химических производств – в САПР. Задачи систем автоматизированного проектирования (САПР) и структура систем компьютерного проектирования. Информационное и математическое обеспечение САПР. Автоматизированное проектирование с применением компьютерных моделей ХТП.

Б. Применение компьютерных моделей ХТП при управлении технологическими процессами – в АСУТП. Компьютерное моделирование ХТП в режиме реального времени. Системы прямого цифрового (компьютерного) управления технологическими процессами. Особенности реализации компьютерных моделей ХТП в автоматизированных системах управления технологическими процессами (АСУТП).

#### 4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>	<b>36</b>
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	0,44	16	12
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>	<b>72</b>
Контактная самостоятельная работа	2,67	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		95,6	71,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

#### Аннотация рабочей программы дисциплины

##### «Физическая культура и спорт»

**1 Цель дисциплины** – формирование мировоззрения и культуры личности, гражданской позиции, нравственных качеств, чувства ответственности, самостоятельности в принятии решений, способности использовать разнообразные формы физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления своего здоровья и здоровья своих близких в повседневной



жизни и профессиональной деятельности.

## **2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*УК-7.1, 7.2, 7.3, 7.4*

*Знать:*

- научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни;
- влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику профессиональных заболеваний и вредных привычек;
- способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности;
- правила и способы планирования индивидуальных занятий различной целевой направленности;
- историю физической культуры и спорта, представление о значимых спортивных событиях не только своей страны, но и мирового уровня, важнейшие достижения в области спорта;
- спортивные традиции РХТУ им. Д.И. Менделеева, помнить о подвигах спортсменов в годы Великой отечественной войны 1941-1945 гг.

*Уметь:*

- поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;
- использовать основы физической культуры для осознанного выбора здоровьесберегающих технологий с учетом внешних и внутренних условий реализации профессиональной деятельности;
- самостоятельно заниматься физической культурой и спортом;
- осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности.

*Владеть:*

- средствами и методами укрепления здоровья, физического самосовершенствования;
- должным уровнем физической подготовленности, для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.

## **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1.* Предмет Физическая культура и спорт. История ФКиС

1.1. ПРЕДМЕТ ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ. Задачи и место дисциплины в подготовке бакалавра. Организация учебного процесса в рамках действующей рейтинговой системы. Требования к зачету.

1.2. ИСТОРИЯ СПОРТА. Происхождение физических упражнений и игр. Древние олимпиады. Олимпийское движение. Спортивные общества: история физкультурно-спортивных общественных организаций. Спортсмены в годы Великой отечественной войны.

*Раздел 2.* Основы здорового образа жизни

2.1. ВРАЧЕБНЫЙ КОНТРОЛЬ И САМОКОНТРОЛЬ НА ЗАНЯТИЯХ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ.

Врачебный контроль и врачебное освидетельствование. Педагогический контроль. Самоконтроль: его основные методы, показатели, критерии и оценки. Профилактика спортивного травматизма. Основные виды травм у разных специализаций. Оказание первой помощи для студентов вузов химико-технологического профиля.

2.2. ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАНЯТИЙ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ. Гигиена физического воспитания и спорта. Режим питания при занятиях физической культурой и спортом. Социальная гигиена. Социально-опасные болезни и меры профилактики.

*Раздел 3.* Биологические основы физической культуры и спорта

3.1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА. Организм человека как единая саморазвивающаяся биологическая система. Физическое развитие человека. Двигательная активность и ее влияние на устойчивость, и адаптационные возможности человека к умственным и физическим нагрузкам при различных воздействиях внешней среды.

### 3.2. ОБРАЗ ЖИЗНИ И ЕГО ОТРАЖЕНИЕ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.

Здоровье человека как ценность. Здоровый образ жизни и его составляющие. Роль и возможности физической культуры в обеспечении здоровья. Социальный характер последствий для здоровья от употребления наркотических средств и других психоактивных веществ (ПАВ), допинга и пищевых добавок в спорте, алкоголя и табакокурения. Допинг как искусственное повышение физической работоспособности и его отрицательные последствия.

*Раздел 4. Профессионально-прикладная физическая культура и спорт*

4.1. ОБЩАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ И СПОРТИВНАЯ ПОДГОТОВКА СТУДЕНТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ. Методические принципы физического воспитания. Основы и этапы обучения движениям. Развитие физических качеств. Формирование психических качеств в процессе физического воспитания. Спортивная подготовка. Структура подготовленности спортсмена. Массовый спорт и спорт высших достижений, их цели и задачи. Спортивные соревнования как средство и метод общей и специальной физической подготовки студентов.

4.2. Физическая культура и спорт в профессиональной деятельности бакалавра. Личная и социально-экономическая необходимость психофизической подготовки человека к труду. Место ППФП в системе подготовки будущего специалиста. Производственная физическая культура и спорт. Производственная гимнастика. Особенности выбора форм, методов и средств физической культуры и спорта в рабочее и свободное время специалистов. Профилактика профессиональных заболеваний средствами физической культуры и спорта. Дополнительные средства повышения общей и профессиональной работоспособности. Влияние индивидуальных особенностей и самостоятельных занятий физической культурой и спортом на организм.

#### 4 Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	Всего		Семестр			
			1 семестр		4 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	72	1	36	1	36
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0,2	8	0,1	4	0,1	4
Практические занятия (ПЗ)	1,8	64	0,9	32	0,9	32
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет</b>		<b>Зачет</b>	

Виды учебной работы	Всего		Семестр			
			1 семестр		4 семестр	
	ЗЕ	Астр.ч	ЗЕ	Астр.ч	ЗЕ	Астр.ч
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	54	1	27	1	27
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2</b>	<b>54</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Лекции (Лек)	0,2	6	0,1	3	0,1	3
Практические занятия (ПЗ)	1,8	48	0,9	24	0,9	24
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет</b>		<b>Зачет</b>	

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»

**1 Цель дисциплины** – формирование физической культуры личности и способности направленного использования разнообразных средств физической культуры и спорта, туризма для сохранения и укрепления здоровья, психофизической подготовки и самоподготовки к будущей профессиональной деятельности, получении навыка в одном из выбранных видов спорта.

## **2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*УК-7.1, 7.2, 7.3, 7.4*

*Знать:*

- научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни;
- влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику профессиональных заболеваний и вредных привычек;
- способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности;
- правила и способы планирования индивидуальных занятий различной целевой направленности;
- спортивные традиции МХТИ-РХТУ им. Д.И. Менделеева.

*Уметь:*

- поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;
- использовать основы физической культуры для осознанного выбора здоровьесберегающих технологий с учетом внешних и внутренних условий реализации профессиональной деятельности;
- самостоятельно заниматься физической культурой и спортом;
- осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности;
- выполнять индивидуально подобранные комплексы по физической культуре и различным видам спорта;
- осуществлять творческое сотрудничество в коллективных формах занятий физической культурой и спортом;
- выполнять приемы защиты и самообороны, страховки и само страховки.

*Владеть:*

- средствами и методами укрепления здоровья, физического самосовершенствования;
- должным уровнем физической подготовленности, для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;
- техническими и тактическими навыками в одном из видов спорта;
- использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни

### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1.* Основы построения оздоровительной тренировки. Теоретическо-методические основы физической культуры и спорта. Содержательные основы оздоровительной физической культуры и спорта. Основные направления: оздоровительно-рекреативное, оздоровительно-реабилитационное, спортивно-реабилитационное, гигиеническое. Повышение функционального состояния организма и физической подготовленности. Способы регламентации нагрузки: Физкультурно-оздоровительные методики и системы. Основные фазы оздоровительной тренировки. Оценка состояния здоровья и физической подготовленности занимающихся физической культурой и спортом. Функциональные пробы (ЧСС, АД, ЖЕЛ и т.д.).

*Раздел 2.* Двигательные возможности человека – воспитание физических качеств. ВФСК ГТО. Методика организации и проведения видов испытаний ГТО. Система взаимодействия в сфере физической культуры и спорта. Воспитание физических качеств, обучающихся (отдельные качественные стороны двигательных возможностей человека).

*Раздел 3.* Методика организации и проведения спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий. Характеристика спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий. Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Единый календарный план физкультурных и спортивных мероприятий). Организация спортивных мероприятий. Олимпийская хартия. Федеральные (специальные, национальные) законы спорте. Классификация спортивных соревнований. Нравственные отношения в спорте. Fair Play («Честная игра») – как основа этичного поведения в

спорте. Кодекс спортивной этики. Профилактика нарушений спортивной этики. ВАДА. Кодекс ВАДА. Международная конвенция о борьбе с допингом в спорте.

#### 4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	В академ. часах	Семестр			
		1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	<b>328</b>	<b>56</b>	<b>92</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия</b>	<b>192</b>	<b>32</b>	<b>64</b>	<b>64</b>	<b>32</b>
Практические занятия (ПЗ)	192	32	64	64	32
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>136</b>	<b>24</b>	<b>28</b>	<b>26</b>	<b>58</b>
Контактная самостоятельная работа	<b>0,8</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	135,2	23,8	27,8	25,8	57,8
<b>Вид итогового контроля: зачет / экзамен</b>	зачет	зачет	зачет	зачет	зачет

Вид учебной работы	В астр. часах	Семестр			
		I	II	III	IV
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	<b>246</b>	<b>42</b>	<b>69</b>	<b>67,5</b>	<b>67,5</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия</b>	<b>144</b>	<b>24</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>24</b>
Практические занятия (ПЗ)	144	24	48	48	24
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>102</b>	<b>18</b>	<b>21</b>	<b>19,5</b>	<b>43,5</b>
Контактная самостоятельная работа	0,6	0,15	0,15	0,15	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	101,4	17,85	20,85	19,35	43,35
<b>Вид итогового контроля: зачет / экзамен</b>	зачет	зачет	зачет	зачет	зачет

## 5.2. Дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений (обязательные вариативные дисциплины)

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Лабораторный практикум по органической химии»

**1 Цель дисциплины** – приобретение студентами основных знаний и навыков для осуществления синтеза органических веществ.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: УК-1.1; УК-1.4; УК-1.5.

*Знать:*

- технику безопасности в лаборатории органической химии;
- принципы безопасного обращения с органическими соединениями;
- методы и виды хроматографии для определения состава реакционной смеси;
- теоретические основы способов выделения, очистки и идентификации органических веществ;
- экспериментальные методы проведения органических реакций, протекающих по различным механизмам;
- основные общие методики взаимной трансформации классов органических соединений.

*Уметь:*

- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования органической химии при решении профессиональных задач;
- сформулировать проблему и обосновать выбор приборов и экспериментальных методов исследования, поставить цели и задачи и наметить пути их достижения;
- синтезировать соединения по предложенной методике;
- провести выделение и очистку синтезированных веществ на основе теоретических знаний по органической химии;
- выбирать рациональный способ выделения и очистки органического соединения;
- представлять данные лабораторного исследования в виде грамотно оформленных методик;
- проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов;
- выбрать способ идентификации органического соединения.

*Владеть:*

- комплексом современных экспериментальных методов органической химии для решения конкретных исследовательских задач;
- экспериментальными методами проведения органических синтезов.
- основными методами идентификации органических соединений
- приемами обработки и выделения синтезированных веществ;
- знаниями основных законов органической химии для содержательной интерпретации полученных экспериментальных результатов.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. «Правила и методы работы в лаборатории органической химии»*

1.1 Правила безопасной работы в лаборатории органической химии

Безопасные приемы и правила работы в лаборатории органической химии.

1.2 Методы работы в лаборатории органической химии

Общие методы работы в лаборатории органической химии. Нагревание. Охлаждение.

Перемешивание.

1.3 Лабораторная посуда, оборудование и приборы

Посуда, наиболее часто применяемая в лаборатории. Приборы для определения температуры плавления. Весы. Термометр. Роторный испаритель. Рефрактометр.

*Раздел 2. «Методы идентификации, очистки и выделения органических соединений»*

1.1 Хроматография

Идентификация органических веществ посредством различных видов хроматографии (ТСХ, хроматография на бумаге, ионообменная хроматография, ВЭЖХ). Применение ТСХ для идентификации органических соединений. Адсорбенты и элюенты, используемые в ТСХ. Выбор элюента. Обнаружение веществ. Коэффициент удерживания. Коэффициент распределения. Работа с капиллярами.

1.2 Методы очистки жидких веществ. Перегонка

Экстракция, для извлечения (выделения) органического вещества из воды. Экстракция с помощью делительной воронки. Высушивание экстрактов осушителем. Перегонка. Виды перегонки (фракционная, вакуумная, перегонка с паром, при атмосферном давлении). Высушивание жидкостей. Осушители. Определение температуры кипения и коэффициента преломления. Фракционная перегонка. Работа с фильтровальной бумагой. Отгонка растворителя.

1.3 Методы очистки твердых веществ. Перекристаллизация

Методы очистки твердых веществ. Возгонка (сублимация). Температура возгонки и температура плавления, возгоняющегося вещества. Прибор для возгонки. Переосаждение. Перекристаллизация. Этапы перекристаллизации. Подбор растворителя. Насыщенный раствор. Горячее фильтрование, вакуумная фильтрация. Определение температуры плавления. Температура плавления смешанной пробы.

*Раздел 3. «Синтез органических соединений»*

3.1 Синтезы

Цели и задачи эксперимента в органическом синтезе. Теоретические основы процесса. Выбор условий реакции. Расчет синтеза. Общие правила подготовки и проведения синтеза. Техника безопасности. Прибор для проведения синтеза. Проведение опыта. Контроль за ходом реакции. Выделение, очистка и анализ продукта. Синтезы веществ различных классов органических соединений. Проведение экспериментальных методов исследования реакций.

Проведение реакций, протекающих по механизмам:

- нуклеофильного замещения – синтез галогеналканов;
- нуклеофильного присоединения – синтез сложных эфиров карбоновых кислот, амидов карбоновых кислот, азотсодержащих альдегидов и кетонов;
- электрофильного замещения в ароматическом ряду – реакции нитрования, бромирования, сульфирования;
- реакций diazotирования и азосочетания;
- реакций окисления (синтез ацетона, 1,4-бензохинона, бензойной кислоты) и восстановления.

**4 Объем учебной дисциплины.**

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,89</b>	<b>32</b>	<b>24</b>
Лекции	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32	24
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4,11</b>	<b>148</b>	<b>111</b>
Контактная самостоятельная работа	4,11	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		147,8	110,85

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов»**

**1 Цель дисциплины** – получение обучающимися представлений о структуре и свойствах тугоплавких неметаллических и силикатных материалов (ТНСМ) в различных состояниях (кристаллическом, стеклообразном, высокодисперсном и жидком); ознакомления студентов с характеристиками фаз, наиболее значимых в технологиях ТНСМ и с методикой работы с диаграммами состояния ТНСМ, а также получение знаний о физико-химических закономерностях процессов, лежащих в основе проектирования составов и технологии получения различных ТНСМ (керамики, вяжущих материалов, стекла и ситаллов).

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-1.2, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3.

*Знать:*

- особенности строения ТНСМ в кристаллическом, стеклообразном, высокодисперсном и жидком состоянии, взаимосвязи структуры и свойств материалов в различных состояниях, а также пути управления свойствами ТНСМ;
- основные положения учения о фазовых равновесиях и диаграммах состояния различных ТНСМ, лежащих в основе расчета составов технических силикатных продуктов (керамики, вяжущих материалов, стекла и ситаллов);
- физико-химические основы важнейших процессов, происходящих при высокотемпературном синтезе ТНСМ (диссоциация, дегидратация, твердофазовые реакции, спекание, рекристаллизация, плавление, кристаллизация из расплавов).

*Уметь:*

- прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях;
- определять направленность процесса в заданных начальных условиях;
- устанавливать границы областей устойчивости фаз в однокомпонентных и бинарных и трехкомпонентных системах;
- определять составы сосуществующих фаз в гетерогенных системах;
- прогнозировать влияние различных факторов на скорость процесса;
- использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих при синтезе ТНСМ.

*Владеть:*

- методикой работы с диаграммами состояния и уметь использовать их для решения практических задач силикатной технологии, включая выбор оптимальных составов технических продуктов и оценку параметров физико-химических процессов;
- теоретическими основами процессов синтеза силикатов, включая знания их механизма, кинетики и влияния основных технологических параметров на их направление, скорость и степень завершенности;
- методами и средствами теоретического и экспериментального исследования процессов синтеза, изучения свойств силикатных материалов в различных состояниях вещества.

**3 Краткое содержание дисциплины**

**Раздел 1. Силикаты и другие тугоплавкие соединения в различных состояниях**

1.1 Силикаты и другие тугоплавкие соединения в кристаллическом состоянии. Химическая связь в силикатах и другие тугоплавких соединениях. Классификация силикатов. Структура кристаллических силикатов и их классификация. Полиморфизм. Политипизм. Дефекты кристаллической решетки: твердые растворы замещения, внедрения и вычитания; точечные



тепловые дефекты по Шоттки и Френкелю; линейные дефекты – краевые и винтовые дислокации.

### 1.2. Расплавы силикатов.

Особенности жидкого состояния и строение расплавов силикатов. Теории строения жидкостей. Особенности и свойства силикатных расплавов

### 1.3. Силикаты в стеклообразном состоянии.

Гипотезы строения стекла. Особенности стеклообразного состояния. Условия образования стекол. Виды стекол и их свойства.

### 1.4. Силикаты в высокодисперсном состоянии.

Особенности свойств высокодисперсных систем. Устойчивость и коагуляция коллоидных силикатных систем. Коллоидные свойства кремнезема, гели кремневой кислоты. Структурно-механические свойства силикатных высокодисперсных систем на примерах кремнегелей и системы глина-вода

## **Раздел 2. Учение о фазовых равновесиях и диаграммы состояния силикатных систем**

2.1. Правило фаз Гиббса. Значение диаграмм состояния для решения технических задач в технологии силикатов и других тугоплавких соединений, терминология, правило фаз Гиббса и его применение при работе с диаграммами состояния. Методы построения диаграмм состояния

2.2. Диаграммы состояния однокомпонентных систем. Элементы строения однокомпонентных диаграмм состояния. Диаграмма состояния системы  $\text{SiO}_2$ . Полиморфные модификации кремнезема - кварц, тридимит, кристобалит, характеристика их структуры и свойств. Последовательность и скорость фазовых превращений в системе  $\text{SiO}_2$  и влияние минерализаторов на эти превращения. Изменение удельного объема материала при фазовых превращениях. Отклонения от равновесных состояний в системе  $\text{SiO}_2$ . Особые разновидности кремнезема (коэзит, китит, стишовит, волокнистый кремнезем) и условия их получения и свойства. Кварцевое стекло. Значение системы  $\text{SiO}_2$  для химии и технологии силикатов. Системы  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$

2.3. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Основные типы диаграмм, элементы их строения и правила работы с ними. Правило рычага и его применение для количественных расчетов в двухкомпонентных системах.

Диаграммы состояния систем  $\text{Na}_2\text{O-SiO}_2$ ,  $\text{CaO-SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ ,  $\text{MgO-SiO}_2$ . Особенности этих систем и краткая характеристика существующих в них соединений (силикаты натрия, метасиликат кальция, двухкальциевый силикат и его полиморфизм, трехкальциевый силикат, муллит, форстерит, энстатит). Определение последовательности фазовых превращений в этих системах при изменении температуры. Значение систем для химии и технологии силикатов и других тугоплавких соединений.

2.4. Диаграммы состояния трехкомпонентных систем. Основные типы диаграмм, элементы их строения и правила работы с ними. Изотермические сечения и политермические разрезы. Применение правила рычага для количественных расчетов в трехкомпонентных системах. Диаграммы состояния систем  $\text{Na}_2\text{O-CaO-SiO}_2$ ,  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ ,  $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ ,  $\text{MgO-CaO-SiO}_2$ . Особенности этих систем и краткая характеристика существующих в них соединений (девитрит, геленит, анортит, шпинель, кордиерит, сапфирин, монтичеллит, мервинит, окерманит, диопсид, твердые растворы этих соединений). Определение последовательности фазовых превращений в этих системах при изменении температуры. Значение систем для химии и технологии силикатов и других тугоплавких соединений.

## **Раздел 3. Физико-химические основы процессов при синтезе ТНСМ**

3.1. Диссоциация. Константа равновесия, упругость диссоциации и их зависимость от температуры для карбонатов, сульфатов и нитратов, используемых в качестве сырьевых материалов в технологии силикатов и других тугоплавких материалов.

3.2. Дегидратация. Формы связи воды в твердых телах и ее структурное состояние: конституционная, кристаллизационная и адсорбционная вода. Гидроксиды, кристаллогидраты постоянного и переменного состава, цеолиты. Межслоевая вода в глинистых минералах.

Факторы, влияющие на процесс дегидратации. Поведение веществ и структурные изменения при дегидратации. Энтальпия дегидратации

3.3. Твердофазовые реакции. Общие сведения и значение гетерогенных реакций для технологии силикатных и других тугоплавких материалов. Виды и механизм диффузии при твердофазовых реакциях и стадии, лимитирующие их скорость. Схемы диффузионных процессов на примере некоторых реакций в твердом состоянии. Теория Таммана-Хедвала. Описание кинетики твердофазовых реакций с помощью различных моделей. Особенности реакций в твердом состоянии и факторы, влияющие на их скорость. Роль жидкой и газовой фаз при твердофазовых реакциях. Термодинамическая характеристика реакций в твердом состоянии.

3.4. Спекание. Сущность, признаки и движущая сила процесса спекания. Виды спекания. Механизм твердофазового спекания по Френкелю и Пинесу, механизм других видов спекания. Роль кривизны поверхности на границе раздела «пора-твердое тело» при спекании. Градиент концентрации вакансий в твердом пористом теле. Кинетика процесса спекания. Коалесценция и критериальный размер пор по Гегузину. Роль вязкости и поверхностного натяжения жидкой фазы при жидкостном спекании. Факторы, влияющие на процесс спекания. Влияние спекания на структуру и свойства силикатных и других тугоплавких материалов.

3.5 Рекристаллизация. Сущность, признаки и движущая сила процесса рекристаллизации. Первичная и вторичная рекристаллизация. Механизм и кинетика процесса рекристаллизации. Схема роста зерен при вторичной рекристаллизации по Бурке. Роль кривизны поверхности на границе соприкосновения зерен при рекристаллизации. Факторы, влияющие на скорость рекристаллизации, и ее влияние на микроструктуру и свойства силикатных и других тугоплавких материалов.

3.6. Плавление. Плавление как фазовый переход первого рода. Структурные изменения при плавлении. Предплавление и процесс кооперативного позиционного разупорядочения. Температура плавления и ее связь с теплотой плавления и изменением энтропии. Внутренние и внешние факторы, влияющие на температуру плавления. Тугоплавкие вещества. Специфика плавления кристаллических и аморфных тел.

3.7. Кристаллизация. Образование центров кристаллизации и рост кристаллов. Особенности и механизм гомогенного и гетерогенного зародышеобразования новой фазы в расплавах. Склонность расплавов силикатов к переохлаждению. Механизм роста кристаллов в сильно и слабо пересыщенных расплавах. Роль дефектов кристаллической решетки (дислокаций) при росте кристаллов. Зависимость числа образующихся центров кристаллизации и линейной скорости роста кристаллов от степени переохлаждения. Кривые Таммана. Значение процесса кристаллизации в технологии силикатов и его влияние на свойства технических продуктов.

#### 4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>	<b>72</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>32</i>	<i>24</i>
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>32</i>	<i>24</i>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3,33</b>	<b>120</b>	<b>90</b>
Контактная самостоятельная работа	3,33	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		119,6	89,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

## Аннотация рабочей программы дисциплины

### «Инструментальные методы физико-химического анализа в химической технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов»

**1 Цель дисциплины** – приобретение знаний и навыков в планировании и проведении физико-химических исследований тугоплавких неметаллических и силикатных материалов (ТНСМ), формирование компетенций в области анализа неорганических материалов с использованием современных приборов и методов.

**2 Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения:**

УК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3

*Знать:*

- современные научные достижения и перспективные направления работ в области анализа тугоплавких неметаллических и силикатных материалов;
- возможности инструментальных физико-химических методов анализа при решении конкретной научной задачи и области их применения;
- основные аналитические и инструментальные методы исследования тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и их метрологические характеристики.

*Уметь:*

- обоснованно выбирать методы исследования, соответствующие природе анализируемого материала и задачам эксперимента;
- планировать и проводить аналитические исследования;
- анализировать полученные результаты и определять погрешности измерений;

*Владеть:*

- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами, в том числе, по вопросам аналитических исследований ТНСМ;
- практическими навыками проведения аналитических определений, методами подготовки проб к анализу;
- способностью и готовностью к совершенствованию методик исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области неорганического материаловедения.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Методы исследования фазового состава и структуры силикатных материалов**

##### **1.1. Термические методы анализа**

Суть методов термического анализа. Классификация термических методов анализа в зависимости от определяемых свойств вещества: дифференциально-термический, термогравиметрический, газоволюмометрический, дилатометрический.

Основы дифференциально-термического анализа (ДТА). Термограмма и термические эффекты. Характеристика термических эффектов. Эталонные вещества и требования к ним. Подготовка проб и факторы, влияющие на результаты ДТА.

Основы термогравиметрического анализа. Методы определения изменения массы исследуемого вещества при термическом анализе: статическая термогравиметрия, динамическая термогравиметрия, изобарная термогравиметрия. Дифференциальная термогравиметрия и ее возможности.

Дериватографический анализ и его отличительные особенности. Аппаратурное оформление: основные узлы и принцип работы дериватографа. Подготовка проб и техника проведения анализа. Качественный и количественный дериватографический анализ. Расшифровка дериватограмм. Факторы, влияющие на точность дериватографического анализа. Выбор оптимальных условий проведения анализа при исследовании сырьевых материалов, изучении процессов синтеза тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и свойств изделий на их основе. Q-дериватография.

Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК): отличительные особенности метода и области практического использования при исследовании силикатных материалов.

#### 1.2. Рентгенографические методы анализа

Возникновение и природа рентгеновских лучей. Характеристики рентгеновского излучения. Дифракция рентгеновского излучения. Уравнение Вульфа-Брегга. Источники рентгеновского излучения. Основные узлы и принцип работы рентгеновских дифрактометров. Методы съемки рентгенограмм.

Качественный рентгенофазовый анализ. Приготовление образцов. Расшифровка рентгенограмм. Идентификация кристаллических веществ методом порошка. Оценка размеров нанокристаллов методом Дебая-Шеррера. Количественный рентгенофазовый анализ. Правила проведения количественных определений. Методы количественных определений: метод стандартных смесей; метод внутреннего стандарта; метод добавок; метод внешнего стандарта. Массовый коэффициент поглощения  $\mu$ .

#### 1.3. Спектрофотометрический анализ

Основные законы светопоглощения. Способы представления спектрофотометрических величин. Причины отклонений от закона Бугера-Ламберта-Бера. Техника оптической спектроскопии в УФ и видимой областях спектра. Применение спектрофотометрии в УФ и видимой областях оптического спектра для изучения пропускания, отражения и поглощения света бесцветными и окрашенными силикатными материалами.

Теоретические основы колебательной (ИК- и КР-) спектроскопии стекол и кристаллических силикатов. Техника и проведение анализов на ИК- и КР-спектрометрах. Интерпретация спектров. Применение ИК и КР-спектроскопии для структурных исследований силикатных материалов.

#### 1.4. Микроскопический анализ

Оптическая микроскопия. Теоретические основы оптической микроскопии. Принцип действия оптического микроскопа и его характеристики. Основные типы оптических микроскопов и их устройство. Подготовка проб к анализу: прозрачные шлифы, полированные шлифы, прозрачно-полированные шлифы. Современные металлографические микроскопы. Основные методики съемки на металлографических микроскопах. Методы специального микроскопического анализа.

Электронная микроскопия. Теоретические основы метода. Основные виды электронных микроскопов. Просвечивающий электронный микроскоп (ПЭМ): устройство и принцип действия. Растровый (сканирующий) электронный микроскоп (РЭМ): устройство и принцип действия. Сканирующие зондовые микроскопы (СЗМ): сканирующие элементы и принцип действия. Подготовка образцов для исследования материалов на микроскопах. Информация, получаемая на растровых и просвечивающих микроскопах. Методы исследования: прямые и косвенные.

### **Раздел 2. Методы исследования дисперсности силикатных материалов и поровой структуры искусственного камня**

#### 2.1. Методы исследования дисперсности порошкообразных материалов

Дисперсные системы. Характеристика дисперсных систем. Основы анализа порошкообразных материалов. Гранулометрический состав дисперсных материалов как важный фактор реакционной способности сырьевых материалов в процессах клинкерообразования и цементов при гидратации. Способы определения размеров частиц неправильной формы. Теория эквивалентных сфер.

Методы определения удельной поверхности порошкообразных материалов: метод воздухопроницаемости; метод низкотемпературной адсорбции азота. Суть методов, аппаратное оформление, обработка результатов.

Методы определения гранулометрического состава порошкообразных материалов: ситовой анализ; седиментационный анализ; сепарационный анализ.

Метод лазерной дифракции, теоретические основы метода. Принцип действия лазерного микроанализатора. Гранулограммы. Дифференциальная и интегральная кривые распределения частиц по размерам.

Сопоставительный анализ и причины расхождения результатов определения дисперсности порошкообразных материалов, полученных различными методами.

## 2.2. Методы исследования поровой структуры капиллярно-пористых тел

Характеристика капиллярно-пористых тел. Классификация пор в пористых материалах. Взаимосвязь между капиллярно-пористой структурой материала и его физико-техническими свойствами.

Классификация методов определения поровой структуры материалов. Определение пористости методом ртутной порометрии. Устройство, принцип действия и диапазон измерения порометров низкого и высокого давления. Дифференциальная и интегральная порограммы. Расчет объема и диаметра пор материала. Определение открытой пористости методом насыщения. Расчет закрытой пористости.

## Раздел 3. Методы исследования механических и упругих свойств силикатных материалов

### 3.1. Методы определения прочностных характеристик

Факторы, влияющие на прочностные показатели силикатных материалов. Методы определения пределов прочности при сжатии, растяжении, изгибе. Требования стандартов. Используемые материалы. Подготовка образцов и условия хранения. Используемое оборудование и оснастка. Обработка полученных результатов.

### 3.2. Методы определения трещиностойкости и упругих свойств силикатных материалов

Общие сведения о механических и упругих свойствах силикатных материалов. Факторы, влияющие на трещиностойкость (критический коэффициент интенсивности напряжений). Определение трещиностойкости. Методы определения упругих свойств. Статические и динамические методы измерения модуля упругости. Определение модуля упругости керамических материалов по стреле прогиба и резонансными звуковыми методами.

## 4 Объем учебной дисциплины.

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>	<b>48</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>32</i>	<i>24</i>
Лекции	0,44	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32	32
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>32</i>	<i>24</i>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>	<b>96</b>
Контактная самостоятельная работа	2,67	0,4	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		95,6	95,6
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

## Аннотация рабочей программы дисциплины

### «Тепловые процессы и агрегаты тугоплавких неметаллических и силикатных материалов»

**1. Цель дисциплины** – дать студентам знания по теоретическим основам генерации тепла и тепловых процессов, протекающих при получении силикатных материалов и изделий, а также принципам работы, условиям эксплуатации, основам проектирования тепловых агрегатов ТНСМ.

**2 Изучение дисциплины направлено на приобретения следующих компетенций и индикаторов их достижения:**

УК-2.1; УК-2.5, УК-2,8, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3.

*Знать:*

- теоретические основы организации тепловой обработки в тепловых агрегатах ТНСМ;
- принципы выбора и расчета футеровок тепловых агрегатов ТНСМ;
- теоретические основы процесса сушки сырьевых материалов и изделий ТНСМ;
- конструкции и принципы работы основных тепловых агрегатов ТНСМ и сушилок для сушки сырья и изделий.

*Уметь:*

- осуществлять выбор тепловой обработки и источника тепла для производства данного вида ТНСМ;
- производить выбор конструкции теплового агрегата для производства ТНСМ и осуществлять необходимые конструктивные и теплотехнические расчеты;
- выполнять и читать чертежи основных тепловых агрегатов ТНСМ;
- использовать средства компьютерной графики для изготовления чертежей.

*Владеть:*

- знаниями об эффективности использования и способах экономии тепла при производстве ТНСМ;
- знаниями об основных физико-химических процессах, происходящих при синтезе ТНСМ и их связи с процессами теплообмена;
- знаниями о современном теплотехническом оборудовании ТНСМ;
- методикой конструктивных и теплотехнических расчетов тепловых агрегатов ТНСМ
- конструкции и принципы работы основных тепловых агрегатов ТНСМ и сушилок для сушки сырья и изделий

### **3. Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Основные процессы в тепловых агрегатах ТНСМ**

##### **1.1. Генерация теплоты в тепловых агрегатах.**

Виды топлива и их основные характеристики. Физико-химические основы процесса горения. Способы и устройства для сжигания твердого, жидкого и газообразного топлива. Способы генерации тепла с помощью электроэнергии. Виды нагревателей для печей сопротивления: материалы, конструкции и условия службы

##### **1.2. Движение газовых потоков в тепловых агрегатах.**

Естественное и принудительное движение газов, напоры, связь между напорами. Сопротивления при движении газовых потоков. Приспособления для перемещения газов. Особенности движения газовых потоков в установках ТНСМ.

##### **1.3. Процессы теплообмена и режимы работы тепловых агрегатов.**

Теплообменные процессы при тепловой обработке в печах и сушилках ТНСМ. Внешний и внутренний теплообмен, критерий БИО. Конвективный режим работы тепловых агрегатов. Анализ уравнения Ньютона. Радиационный режим работы тепловых агрегатов. Анализ уравнения Стефана-Больцмана. Разновидности радиационного теплообмена: равномерно распределенный, направленный, косвенный.

##### **1.4. Проблемы теплоизоляции при работе тепловых агрегатов.**

Горячее и холодное охлаждение. Требования к футеровке, подбор и расчет эффективной тепловой изоляции. Огнеупорные и теплоизоляционные материалы, используемые при конструировании тепловых агрегатов ТНСМ. Методика составления тепловых балансов тепловых агрегатов ТНСМ

#### **Раздел 2. Сушилки и тепловые режимы их работы**

##### **2.1. Теоретические основы процесса сушки.**

Закон Дальтона. Внешняя и внутренняя диффузия влаги, зависимость от структуры материала, состояния влаги и параметров теплоносителя. Кинетика сушки, периоды сушки. Механизмы перемещения влаги в процессе сушки: влагонепроводность и термовлагонепроводность. Усадка материала, влияние различных факторов на величину усадочных напряжений. Поверхностный и критический градиент влажности, влияние параметров теплоносителя на

процесс сушки. Интенсивность сушки, выбор оптимального режима сушки изделий

## 2.2. Конструкции и принципы работы сушилок для сушки сырьевых материалов и изделий

Способы сушки в зависимости от условий теплообмена, области применения в сушилках различного назначения. Конвективная сушка мелкокусковых и сыпучих материалов. Радиационная сушка изделий, организация радиационной сушки крупногабаритных изделий сложной формы. Способы электросушки. Электроконтактная сушка крупногабаритных изделий, сушка токами высокой частоты. Классификация сушилок, требования к сушилкам различного назначения. Конструкции и принцип работы барабанной сушилки для сушки мелкокусковых материалов, ленточная сушилка для сушки гранулированного сырья. Конструкция и принцип работы пневматической сушилки: совмещение дробления, помола и сушки. Конструкция и принцип работы распылительной сушилки. Сушилки для сушки изделий керамической технологии: конструкция и принцип работы камерной сушилки периодического действия, туннельных и конвейерных сушилок непрерывного действия. Разновидности конвейерных сушилок в зависимости от вида изделий.

### Раздел 3. Тепловые агрегаты для обжига керамических изделий

3.1. Основные физико-химические процессы, происходящие при тепловой обработке и их влияние на организацию процесса обжига. Садка керамических изделий в печь, плотность садки и ее влияние на равномерность обжига и производительность печи, способы садки. Классификация печей.

3.2. Печи периодического действия. Горны, кольцевые, камерные с выкатным подом, Конструкция, принцип работы и области применения.

3.3. Туннельные печи открытого пламени. Конструкция, принцип работы, движение газовых потоков и организация гидравлического режима. Туннельные печи для скоростного обжига (ПАС), особенности конструкции и принцип работы.

3.4. Муфельные и конвейерные печи. Принцип работы и особенности конструкции. Теплообмен в муфельных печах, требования к материалу и конструкция муфеля. Особенности конструкции и область применения конвейерных печей, многоканальные печи.

3.5. Электрические печи. Требования к материалу нагревателя, особенности конструкции и организации обжига. Высокотемпературные электрические печи для обжига изделий технической керамики

### Раздел 4. Тепловые агрегаты стекольной технологии

4.1. Классификация стекловаренных печей. Процессы, происходящие при термообработке стекольной шихты. Классификация стекловаренных печей. Выбор конструкции стекловаренной печи в зависимости от состава стекла, вида и способа выработки стеклоизделий.

4.2 Печи периодического действия. Конструкция и принцип действия горшковых печей периодического действия. Варка стекла в горшковых печах. Ваннные печи периодического действия

4.3. Печи непрерывного действия. Конструкция и принцип действия ваннных печей непрерывного действия. Классификация, общие элементы конструкции. Конструкции и принцип действия типовых печей непрерывного действия для производства стекла и стеклоизделий. Сравнение разных типов печей по тепловой эффективности. Процессы теплообмена и варка стекла в ваннных печах непрерывного действия.

4.4. Электрические печи. Использование электроэнергии для варки стекла. Электрические печи периодического и непрерывного действия, требования к электродам. Газоэлектрические печи.

4.5. Вспомогательные печи стекольной технологии. Печи для отжига стекла и стеклоизделий, печи для закалки. Печи для фьюзинга.

### Раздел 5. Тепловые агрегаты для производства вяжущих материалов

5.1. Процесс образования клинкера в печных агрегатах. Мокрый и сухой способ производства цементного клинкера. Физико-химические процессы, протекающие при обжиге сырьевой смеси и теплотехнические характеристики основных технологических зон печного агрегата.

5.2. Печи мокрого способа производства. Конструкция и принцип работы вращающихся печей мокрого способа производства. Процессы теплообмена во вращающейся печи мокрого способа производства, пути интенсификации конвективной теплопередачи.

5.3. Печные агрегаты сухого способа производства. Конструкции и принцип работы запечных теплообменников. Конструкции и принцип работы реакторов-декарбонизаторов.

5.4. Холодильники клинкера. Конструкции и теплотехнические особенности работы холодильников клинкера печных агрегатов для производства цементного клинкера.

5.5. Другие установки цементной технологии. Конструкция и принцип действия шахтных печей и печей кипящего слоя для производства извести. Гипсоварочные котлы, установки совместного помола и обжига (сушки) сырьевых материалов.

#### **Раздел 6. Курсовое проектирование**

6.1. Конструктивный и тепловой расчет проектируемого теплового агрегата. расчет горения топлива; расчет производительности и основных размеров теплового агрегата; тепловой баланс теплового агрегата; расчет и подбор вентиляторов и дымососов.

6.2. Графическая часть: два листа формата А-1.

#### **4 Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	Всего		6 семестр		7 семестр	
	Зач. ед.	Ак. час.	Зач. ед.	Ак. час.	Зач. ед.	Ак. час.
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>	<b>0,89</b>	<b>32</b>	<b>0,44</b>	<b>16</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,44</i>	<i>16</i>	-	-	<i>0,44</i>	<i>16</i>
Лекции (Лек)	0,44	16	0,44	16	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	0,44	16	0,44	16
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,44</i>	<i>16</i>	-	-	<i>0,44</i>	<i>16</i>
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,67</b>	<b>60</b>	<b>1,11</b>	<b>40</b>	<b>0,56</b>	<b>20</b>
Контактная самостоятельная работа	1,67	0,4	1,11	-	0,56	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,6		40		19,6
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	-	-
<b>Зачет с оценкой</b>	-	-	-	-	+	+
Контактная работа – промежуточная аттестация	<b>1</b>	<b>0,4</b>	-	<b>0,4</b>	-	-
подготовка к экзамену		<b>35,6</b>	-	<b>35,6</b>	-	-
<b>Вид итогового контроля</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>	



Виды учебной работы	Всего		6 семестр		7 семестр	
	Зач. ед.	Астр. час.	Зач. ед.	Астр. час.	Зач. ед.	Астр. час.
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>	<b>3</b>	<b>81</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>36</b>	<b>0,89</b>	<b>24</b>	<b>0,44</b>	<b>12</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,44</i>	<i>12</i>	-	-	<i>0,44</i>	<i>12</i>
Лекции (Лек)	0,44	12	0,44	12	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,89	24	0,44	12	0,44	12
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,44</i>	<i>12</i>	-	-	<i>0,44</i>	<i>12</i>
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,67</b>	<b>45</b>	<b>1,11</b>	<b>30</b>	<b>0,56</b>	<b>15</b>
Контактная самостоятельная работа	1,67	0,3	1,11	-	0,56	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		44,7		30		14,7
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	-	-
<b>Зачет с оценкой</b>	-	-	-	-	+	+
Контактная работа – промежуточная аттестация	<b>1</b>	<b>0,3</b>	-	<b>0,3</b>	-	-
подготовка к экзамену		<b>26,7</b>	-	<b>26,7</b>	-	-
<b>Вид итогового контроля</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>	

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Материаловедение в технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов»**

**1. Цель дисциплины** – приобретение студентами знаний, необходимых для самостоятельного решения вопросов, связанных с выбором материалов оборудования производства тугоплавких неметаллических и силикатных материалов, а также экономических и экологических факторов.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-2.2; УК-2.4; УК-2.10; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3.

*Знать:*

- классификацию, структуру, состав и свойства материалов, используемых, в частности, в технологиях тугоплавких неметаллических и силикатных материалов;
- маркировку материалов, используемых, в частности, в технологиях тугоплавких неметаллических и силикатных материалов, по российским стандартам;
- основные конструкционные и функциональные материалы производства тугоплавких неметаллических и силикатных материалов;

*Уметь:*

- рационально подобрать конструкционный материал для химико-технологического процесса (реактора, аппарата, машины) с учетом методов защиты от возможного воздействия технологической среды;

*Владеть:*

- методами определения свойств материалов, используемых, в частности, в технологиях тугоплавких неметаллических и силикатных материалов;
- данными для принятия конкретных технических решений при разработке технологических процессов производства тугоплавких неметаллических и силикатных материалов с точки зрения технико-экономической эффективности.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Введение. Физико-химические основы материаловедения**

Материаловедение как наука: цели, задачи и значение дисциплины. Общие требования, предъявляемые к материалам в зависимости от условий использования или эксплуатации. Развитие науки о материалах. Роль русских ученых в развитии науки. Достижения в области создания новых материалов, технико-экономическая эффективность их применения. Значение материалов в развитии химико-технологических процессов и обеспечении их безопасности.

Основные понятия о строении, структуре и свойствах материалов. Методы изучения структуры и свойств материалов.

Строение материалов. Основные типы кристаллических решеток. Классификация кристаллов по типам связи. Анизотропия свойств кристаллов. Строение реальных кристаллов. Дефекты реальных кристаллов и их влияние на свойства металлов и сплавов. Свойства дислокаций. Диаграмма «плотность дефектов-прочность». Кристаллизация металлов и сплавов. Самопроизвольная кристаллизация. Несамостоятельная кристаллизация. Аморфные материалы. Аллотропические превращения металлов.

Свойства материалов. Показатели свойств. Классификация свойств. Механические, физические, химические, эксплуатационные и технологические свойства материалов. Показатели механических свойств, определяемые при статических испытаниях на растяжение и изгиб. Методы определения твердости материалов. Показатели механических свойств, определяемые при динамических и циклических испытаниях.

Основы теории сплавов. Диаграммы состояния сплавов. Термины и определения. Диаграммы – «состав-свойство». Фазовый состав сплавов. Зависимость между свойствами сплавов и типом диаграммы состояния. Правило Н.С. Курнакова.

#### **Раздел 2. Металлические материалы**

Железо и сплавы на его основе. Стали и чугуны. Железоуглеродистые сплавы. Структуры сплавов железо-углерод. Диаграммы состояния железо-цементит. Компоненты, фазы и структурные составляющие сталей и белых чугунов.

Конструкционные металлические материалы. Углеродистые и легированные стали. Классификация сталей, определение понятия качества стали (требования к качеству). Влияние углерода и постоянных (технологических) примесей на качество стали, методы улучшения качества стали (повышение ее конструкционной прочности). Влияние легирующих элементов на свойства стали. Конструкционные стали. Инструментальные стали. Классификация углеродистых и легированных сталей. Маркировка сталей Чугуны и твердые сплавы. Свойства и назначение чугуна. Процесс графитизации. Чугуны серые, белые, ковкие, высокопрочные, их свойства, область применения, маркировка.

Термическая обработка. Теория и практика термической и химико-термической обработки металлов и сплавов. Природа, механизм и условия протекания структурных превращений в стали. Виды термической обработки стали: отжиг I и II рода, полный и неполный отжиг, нормализация, закалка, отпуск. Закалываемость и прокаливаемость сталей. Влияние термической обработки на механические свойства стали. Физические основы химико-термической обработки. Диффузионное насыщение поверхности стали неметаллами. Виды и способы цементации. Азотирование стали. Диффузионная металлизация. Ионная химико-термическая обработка.

Цветные металлы и сплавы на их основе. Общая характеристика и классификация медных сплавов. Латунни, бронзы, медно-никелевые сплавы. Общая характеристика алюминиевых сплавов. Деформируемые алюминиевые сплавы, литейные алюминиевые сплавы. Общая характеристика магниевых сплавов. Деформируемые магниевые сплавы. Литейные магниевые

сплавы. Титан и сплавы на основе титана. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства титановых сплавов. Бериллий и сплавы на его основе. Тугоплавкие металлы и сплавы на их основе.

Порошковые металлические материалы. Материалы с особыми электрическими свойствами.

### **Раздел 3. Основы коррозии металлов. Принципы и методы защиты от коррозии.**

Основные причины коррозии металлов. Показатели коррозии. Классификация коррозионных процессов. Химическая коррозия. Газовая коррозия. Коррозия в жидкостях – неэлектролитах. Электрохимическая коррозия. Кинетика электрохимической коррозии. Коррозия металлов в условиях технологических сред химических производств.

Принципы и методы защиты от коррозии. Коррозионностойкие металлические и неметаллические материалы. Методы защиты машин и аппаратов химических производств от коррозии. Ингибиторы коррозии. Электрохимическая защита. Защитные покрытия.

### **Раздел 4. Неметаллические материалы**

Материалы на основе высокомолекулярных соединений. Строение и свойства полимеров. Термореактивные и термопластичные полимеры. Строение и свойства пластмасс. Основные разновидности промышленных полимеров и пластмасс. Газонаполненные пластмассы.

Особенности строения, свойства резиновых материалов. Резины общего назначения, специальные резины и области их применения.

Лакокрасочные материалы (ЛКМ). Основные виды ЛКМ. Краски, лаки, грунтовка, шпатлевка.

Керамические материалы. Конструкционная, инструментальная и техническая керамика.

Неорганическое стекло. Классификация стекол по назначению и области применения. Ситаллы.

Графит. Асбест. Свойства и области применения.

Смазочные масла, пластические смазки, твердые смазочные материалы. Смазочно-охлаждающие жидкости.

Древесные конструкционные материалы.

Антифрикционные металлические и неметаллические материалы.

Композиционные материалы (КМ). Общая характеристика композиционных материалов.

Дисперсно-упроченные КМ, слоистые КМ, волокнистые КМ. Композиционные материалы на металлической и неметаллической основе. САП (спеченные алюминиевые порошки).

Армированные полимерные материалы. Керамические композиционные материалы. Углеродные композиционные материалы.

Понятия о нанотехнологиях, наноматериалах. Применение в промышленности.

Влияние облучения на структуру, механические свойства и коррозионную стойкость материалов. Радиационностойкие стали и сплавы.

### **Раздел 5. Экономически обоснованный выбор материалов.**

Выбор конструкционных материалов для конкретного технологического процесса. Выбор материалов для производства тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.

Критерии и алгоритм выбора конструкционных материалов. Экологические и экономические аспекты материаловедения и защиты материалов от коррозии.

#### **4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа - аудиторные занятия:</b>	<b>0,9</b>	<b>32</b>	<b>24</b>
Лекции (Лек)	0,9	32	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,1</b>	<b>76</b>	<b>57</b>
Контактная самостоятельная работа	2,1	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		75,8	56,85
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет</b>		

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Минералогия и кристаллография тугоплавких неметаллических и силикатных  
материалов»**

**1 Цель дисциплины** – приобретение студентами знаний об основных понятиях кристаллографии, кристаллохимии, минералогии и петрографии для понимания взаимосвязи внутреннего строения твердого тела с его физико-химическими свойствами для управления структурой и качеством технических материалов.

**2 Изучение дисциплины направлено на приобретения следующих компетенций и индикаторов их достижения:**

*УК-1.1, УК-1.4, УК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3.*

*Знать:*

- основные понятия кристаллографии;
- основные понятия кристаллохимии;
- основные понятия минералогии и петрографии.

*Уметь:*

- определять основные кристаллографические характеристики идеальных кристаллов;
- определять основные кристаллохимические характеристики кристаллических структур кристаллов;
- определять основные кристаллооптические характеристики минерального сырья и технических продуктов;
- проводить кристаллографическое, кристаллохимическое и минералогическое описание минерального сырья силикатной промышленности.

*Владеть:*

- методикой описания морфологии кристаллов,
- методикой описания основных типов кристаллических структур;
- методикой проведения анализа минералов, горных пород и технического камня.

**3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Кристаллография*

Кристаллическая структура и характерные свойства кристаллов. Симметрия кристаллов. Формы идеальных и реальных кристаллов.

*Раздел 2. Кристаллохимия*

Кристаллохимические характеристики структур кристаллов. Основные структурные типы кристаллических веществ. Структура основных модификаций кремнезема и строение силикатов. Идентификация кристаллических веществ с помощью рентгеноструктурного и рентгенофазового анализов.

*Раздел 3. Минералогия и петрография*

Важнейшие классы минералов и их диагностика по физико-механическим свойствам. Систематика горных пород и их диагностика по физико-механическим свойствам. Кристаллооптические методы исследования минерального сырья и технических продуктов.

**4 Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>	<b>36</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,44</i>	<i>16</i>	<i>12</i>
Лекции	0,44	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,44</i>	<i>16</i>	<i>12</i>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,67</b>	<b>60</b>	<b>45</b>
Контактная самостоятельная работа	1,67	0,20	0,15
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>зачет</b>		

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов»**

**1 Цель дисциплины** — получение обучающимися представлений об общих основах технологий тугоплавких неорганических и силикатных материалов (ТНСМ) и обучение основам технологических процессов обработки силикатных материалов и выработка навыков организации технологических схем, позволяющих производить изделия с заданными характеристиками.

**2 Изучение дисциплины направлено на приобретения следующих компетенций и индикаторов их достижения:**

ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3

*Знать:*

- классификацию основных видов силикатных материалов и изделий;
- сырьевую базу технологий вяжущих материалов, стеклоизделий, ситаллов, керамических изделий и огнеупоров и приемы их подготовки и контроля качества;
- технологические схемы получения различных типов силикатных материалов и изделий и виды оборудования, используемые для их реализации;
- способы приготовления сырьевых смесей, формования, сушки, высокотемпературной обработки силикатных материалов и изделий;
- основы физико-химических процессов, протекающих при синтезе стекла, керамики, вяжущих и стеклокристаллических материалов;
- свойства силикатных материалов и их взаимосвязь с технологическими факторами, а также способы и приемы, обеспечивающие получение изделий и материалов с заданными свойствами;

*Уметь:*

- выбирать сырьевые материалы для реализации технологических процессов получения изделий из стекла, керамики и вяжущих материалов;
  - рассчитывать составы сырьевых смесей, обеспечивающих получение силикатных изделий и материалов с заданными свойствами;
  - выбирать наиболее эффективные технологические схемы и режимы на разных переделах производства силикатных материалов и изделий;
  - контролировать качество получаемых материалов и изделий;
  - производить расчеты по технико-экономическому обоснованию технологических схем производства силикатных материалов и изделий.
- проводить анализ научной, технической и нормативной документации

*Владеть:*

- методами и средствами теоретического и экспериментального исследования процессов синтеза, изучения свойств тугоплавких неметаллических и силикатных материалов;
- приемами проектирования составов сырьевых смесей, обеспечивающих получения материалов и изделий с заданными физико-химическими, механическими и художественными свойствами;
- знаниями об основных процессах и оборудовании, обеспечивающих проведение технологических процессов, обеспечивающих высокое качество продукции;
- методами проведения стандартных испытаний по определению физико-химических и физических свойств основных видов тугоплавких неметаллических и силикатных материалов – керамики, стекла, вяжущих материалов;
- методами расчета экономической эффективности технологических решений и проектов;
- рациональными приемами поиска и использования научно-технической информации.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Общая технология вяжущих материалов»**

##### **1.1 Общая технологическая схема производства вяжущих материалов**

Основные термины и понятия, используемые в технологии вяжущих материалов, методы оценки качества вяжущих материалов. Общая технологическая схема производства вяжущих

материалов, последовательность технологических переделов и задачи, решаемые на них. Классификация и характеристика сырьевых материалов для производства вяжущих материалов (карбонатное, глинистое, карбонатно-глинистое, глиноземистое и сульфатное сырье, доменные и электротермофосфорные шлаки, золы).

#### 1.2. Гипсовые вяжущие

Технология, свойства и применение гипсовых вяжущих. Виды гипсовых вяжущих и схемы их производства. Дегидратация гипсового камня. Технология производства строительного и высокопрочного гипса. Особенности кристаллической структуры  $\alpha$ - и  $\beta$ - $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ . Твердение гипсовых вяжущих

#### 1.3. Известковые и магнезиальные вяжущие

Технология, свойства, применение известковых и магнезиальных вяжущих. Виды известковых вяжущих материалов. Сырьевые материалы и схемы производства негашеной извести. Технологические параметры процесса получения оксида кальция в шахтных и вращающихся печах. Гидратация и твердение известковых вяжущих и их смесей с шлаком, пуццоланами, кварцевым песком и т.д. Твердение известково-кремнеземистых композиций при гидротермальной обработке. Основные виды изделий на основе известково-кремнеземистых вяжущих и области их применения. Разновидности магнезиальных вяжущих веществ. Сырьевые материалы и технология их получения. Затворители для магнезиальных вяжущих веществ, гидратация и специфика их твердения. Свойства и применение каустического магнезита и каустического доломита.

#### 1.4. Портландцемент

Технология, свойства и применение портландцемента. Химический состав клинкера. Роль отдельных оксидов в клинкере. Гидравлический, кремнеземистый и глиноземистый модули, коэффициент насыщения клинкера известью. Минералогический состав клинкера. Характеристика основных минералов и их свойства. Схемы производства портландцемента различными способами: мокрым, сухим, комбинированным. Техничко-экономические преимущества каждого из них. Технологическое значение минеральной природы и физических свойств сырья. Роль добавок, вводимых в сырьевую смесь и портландцемент. Дробление и измельчение сырьевых материалов. Подготовка и корректирование сырьевой смеси. Процесс образования клинкера во вращающихся печах. Технологические зоны во вращающейся печи. Химико-минералогические и физические превращения обжигаемого материала по длине печи. Охлаждение клинкера. Холодильники. Измельчение клинкера и получение цемента. Хранение, упаковка и отгрузка цемента. Контроль производства. Гидратация клинкерных минералов. Химический и фазовый состав продуктов высокотемпературного синтеза и его влияние на гидравлические свойства вяжущих материалов. Процессы твердения и формирования структуры цементного камня. Коррозия портландцементного камня.

#### 1.5. Специальные цементы

Технология, свойства и применение специальных цементов. Пуццолановые и шлакопортландцементы. Составы, основные свойства, особенности технологии и области применения. Белый и цветные цементы. Тампонажные цементы. Глиноземистый цемент. Химико-минералогический состав, способы получения и свойства. Области применения. Расширяющиеся цементы на основе портландцемента и глиноземистого цемента, сульфоалюминатные и сульфоферритные цементы.

### **Раздел 2. Общая технология керамики и огнеупоров**

#### 2.1. Введение в технологию керамики

Структура керамического материала. Основные термины и понятия, используемые в технологии керамики и огнеупоров. Классификация керамических материалов и изделий по составу, структуре и областям применения. Общая технологическая схема производства керамики, последовательность, назначение и сущность технологических переделов и задачи, решаемые на них – подготовка сырьевой смеси, формование, сушка, обжиг.

#### 3.2. Сырьевые смеси в производстве керамики и способы их подготовки

Классификация и характеристика сырьевых материалов для производства традиционной керамики. Сырье для производства огнеупоров и технической (функциональной) керамики.

Подготовка сырьевых материалов. Принципы расчета сырьевых смесей. Типы сырьевых керамических масс. Приготовление сырьевых смесей мокрым и сухим способом, оборудование, используемое при этом.

### 2.3. Общие технологические принципы производства керамических изделий

Формование керамического полуфабриката: пластическое формование, литье из водных суспензий, литье под давлением). Сущность процессов и применяемое оборудование. Роль и задачи процесса сушки в технологии керамики. Режимы сушки. Сущность процессов, протекающих при сушке. Высокотемпературные процессы, протекающие при изготовлении керамики. Параметры, характеризующие полноту спекания керамики и их изменение в зависимости от температуры обжига. Влияние условий высокотемпературного синтеза на конечный фазовый состав получаемых материалов.

### 2.4 Строительная керамика

Технология, свойства, применение строительной керамики. Грубая строительная керамика (глиняный кирпич, черепица, дренажные трубы). Типовая технологическая схема изготовления грубой строительной керамики методом пластического формования на примере глиняного кирпича. Облицовочные, фасадные плитки и плитки для полов.

### 2.5 Фарфор, фаянс

Технология, свойства, применение тонкой керамики. Классификация фарфоро-фаянсовых изделий. Типовые схемы подготовки масс, пластического формования и литья. Глазурование и декорирование фарфоро-фаянсовых изделий. Особенности обжига. Основные направления развития технологии. Глазурование и декорирование фарфоро-фаянсовых изделий. Особенности производства санитарных керамических изделий и электроизоляторов.

### 2.6 Огнеупорная керамика

Технология, свойства, применение огнеупорных материалов. Классификация огнеупоров. Основные эксплуатационные свойства огнеупоров. Их взаимосвязь со структурой, химическим и фазовым составом. Специфические требования к сырьевым материалам для производства огнеупоров. Типовая схема изготовления огнеупоров на примере технологии шамотных изделий. Кремнеземистые огнеупоры. Огнеупоры и керамика из кварцевого стекла, на основе оксида магния, хромомagneзиальные и магнезиально-шпинелидные огнеупоры. Огнеупоры и высокотемпературные электронагреватели из карбида кремния. Легковесные (теплоизоляционные) огнеупорные изделия и изделия из высокоогнеупорных волокон.

### 2.7 Техническая керамика

Технология, свойства, применение технической керамики. Классификация технической керамики по составу и областям применения. Общие особенности технологии изделий технической керамики. Специфические требования к сырью. Методы формования. Особенности обжига. Специальные методы обработки (металлизация, механическая обработка). Типовая схема технологии технической керамики на примере корундовых изделий. Керамика на основе индивидуальных оксидов. Высокоглиноземистая и магнезиальная керамика. Материалы конденсаторной керамики. Важнейшие типы пьезокерамики Магнитная керамика на основе феррошпинелей. Керамика на основе бескислородных высокоогнеупорных соединений (натриды, карбиды, силициды. Роль технической керамики и научно-техническом прогрессе.

## **Раздел 3. Общая технология стекла и ситаллов**

### 3.1. Общие технологические принципы производства стеклоизделий

Основные понятия и определения, используемые в технологии стекла и ситаллов. Стеклообразное состояние и свойства стекол. Температура стеклования  $T_g$  и интервал стеклования. Особенности изменения свойств в интервале стеклования. Современные представления о строении стекла.

Технологические свойства стекла. Вязкость и ее роль в технологии стекла. Кристаллизационная способность стекол и ее роль в технологии стекла. Физико-химические и механические свойства стекла. Теплофизические, электрофизические и оптические свойства и их роль в технологии и эксплуатации стекол и стеклоизделий. Влияние химического состава и температуры на эти свойства. Химическая устойчивость стекол. Способы упрочнения стекла. Принципы проектирования стекол с заданными эксплуатационными и технологическими свойствами.

Классификация промышленных стекол и стеклоизделий по химическому составу, свойствам, назначению и областям применения

Технологические процессы в производстве стекла. Обобщенная технологическая схема и основные стадии производства стеклоизделий. Классификация и характеристика сырьевых материалов для производства стекла и ситаллов. Основные и вспомогательные сырьевые материалы. Стекловарение. Основные этапы стекловарения. Технологические основы промышленного стекловарения. Виды печей. Технологические режимы варки основных типов промышленных стекол. Методы интенсификации стекловарения. Формование стеклоизделий. Отжиг и закалка стеклоизделий. Механическая и химическая обработка поверхности стеклоизделий. Физико-химические принципы и технологические режимы методов обработки. Контроль производства.

### 3.2. Листовое стекло

Технологическая схема получения. Характеристика, ассортимент, свойства листовых стекол. Типы и технико-экономические показатели стекловаренных печей, применяемых в производстве листового стекла. Классификация методов формования. Принципы, технологические режимы, аппаратное оформление формования стекла через лодочку (ВВС), со свободной поверхности стекломассы (БВВС), на расплаве металла (флоат-метод). Сравнительная характеристика методов формования листового стекла. Современные тенденции развития технологии листового стекла и расширения его ассортимента.

### 3.3. Архитектурно-строительное стекло

Технологическая схема изготовления. Назначение, ассортимент и характеристика основных видов архитектурно-строительных стекол (армированное и узорчатое стекло, стеклоблоки, стеклопакеты, пеностекло, облицовочные материалы на основе стекла). Технологические схемы и параметры производства.

### 3.4. Тарное и сортовое стекло

Технологическая схема изготовления тарного стекла. Виды, назначение и основные требования, предъявляемые к стеклянной таре. Технологические схемы и параметры производства. Методы упрочнения стеклотары. Ассортимент и составы сортового стекла. Особенности варки и выработки хрустальных и цветных стекол. Методы декорирования сортового стекла.

### 3.5. Техническое стекло

Технологическая схема получения. Классификация технического стекла по назначению, составам, свойствам. Характеристика основных типов технического стекла. Растворимое стекло.

### 3.6. Стеклокристаллические материалы

Теоретические основы направленной объемной кристаллизации стекол. Катализаторы кристаллизации, их виды и предъявляемые к ним требования. Технологические схемы получения ситаллов. Характеристика основных видов. Особенности свойств и применения.

## 4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>	<b>48</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,44</i>	<i>16</i>	<i>12</i>
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,44</i>	<i>16</i>	<i>12</i>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,21</b>	<b>80</b>	<b>60</b>
Контактная самостоятельная работа		0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,21	79,6	59,7
Реферат			
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		



## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Основы научных исследований в технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов»**

**1 Цель дисциплины** – приобретение обучающимися знаний и компетенций по организации и проведению научных исследований в области технологии тугоплавких неорганических и силикатных материалов, по обработке и представлению результатов научных исследований в форме научных публикаций, докладов и презентаций.

**2 Изучение дисциплины направлено на приобретения следующих компетенций и индикаторов их достижения:**

УК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3.

**знать:**

- современные научные достижения и перспективные направления работ в области технологии тугоплавких неорганических и силикатных материалов (ТНСМ);
- статистические методы обработки экспериментальных результатов;
- современные методы исследования тугоплавких неорганических и силикатных материалов;

**уметь:**

- применять знания, полученные при изучении естественнонаучных и специальных дисциплин, для решения фундаментальных и прикладных задач в области технологии тугоплавких неорганических и силикатных материалов;
- формулировать цели и задачи научного исследования;
- проводить обработку результатов эксперимента, оценивать погрешности, анализировать, интерпретировать и обобщать результаты научного исследования;
- представлять полученные результаты научного исследования в виде отчетов, научных статей, презентаций;

**владеть:**

- навыками планирования и проведения научных исследований в области технологии тугоплавких неорганических и силикатных материалов;
- навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

Постановка цели и определение задач исследования. Составление программы исследования. Структура и содержание основных разделов отчета о выполнении научно-исследовательской работы. Выбор методов исследования для решения конкретных научных задач.

#### **Раздел 2. Планирование и обработка результатов научных исследований.**

Планирование научных исследований. Факторное и симплекс-планирование эксперимента. Оптимизация результатов эксперимента методом крутого восхождения. Оценка погрешности эксперимента. Статистическая обработка экспериментальных данных. Корреляционный и регрессионный анализ экспериментальных данных.

Графическое представление результатов эксперимента. Метод наименьших квадратов. Использование стандартных компьютерных программ для анализа результатов эксперимента.

#### **Раздел 3. Выполнение и представление результатов научных исследований.**

Оценка актуальности темы научной работы. Формулирование целей и задач исследования; составление аналитического обзора по теме исследования; выбор эффективных методов и методик достижения желаемых результатов исследования; проведение соответствующих экспериментов для получения практических результатов; анализ, интерпретация и обобщение результатов исследования; формулировка выводов; написание отчета.

Подготовка научного доклада и презентации.

#### 4 Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	Объем дисциплины		
	Зач. ед.	Акад. час.	Астрон. час.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>	<b>48</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>1,78</i>	<i>64</i>	<i>48</i>
Лекции (Лек)	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	48
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>1,78</i>	<i>64</i>	<i>48</i>
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3,22</b>	<b>116</b>	<b>87</b>
Отчет о научно-исследовательской работе	2,22	80	60
Контактная самостоятельная работа	1,00	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

### 5.3. Дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплины по выбору)

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Химическая технология вяжущих материалов»

**1 Цель дисциплины** – формирование у обучающихся системных знаний и компетенций в области технологии вяжущих материалов, процессах, происходящих при синтезе, гидратации и твердении вяжущих материалов, структуре и долговечности цементного камня, технического и технологического контроля, экологических проблем производства вяжущих материалов, необходимых в их будущей профессиональной деятельности.

**2 Изучение дисциплины направлено на приобретения следующих компетенций и индикаторов их достижения:** ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3.

*знать:*

- теоретические основы и способы осуществления технологических процессов получения основных видов вяжущих материалов;
- основные требования нормативной документации на сырьевые материалы и готовую продукцию;
- принципы построения технологических схем производства вяжущих материалов;
- основы охраны окружающей среды при организации и управлении производствами вяжущих материалов.

*уметь:*

- обосновать выбор способа производства портландцемента с учетом свойств и рационального использования природных сырьевых материалов, топлива, электроэнергии, а также с максимально возможным использованием вторичных ресурсов;
- проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов.
- устанавливать требования к технологическим процессам с целью снижения материалоемкости, энергоемкости и малоотходных технологий;
- осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции;

*владеть:*

- методами проведения стандартных испытаний по определению физико-химических и физических свойств вяжущих материалов;
- навыками ведения технологического процесса производства портландцемента в соответствии с требованиями технологического регламента;
- методами и средствами теоретического и экспериментального исследования процессов синтеза, изучения свойств вяжущих материалов.

#### **3 Краткое содержание дисциплины**

Раздел 1. Основы технологии вяжущих материалов

1.1. История производства и классификация вяжущих материалов

1.2. Химико-минералогический состав портландцементного клинкера.

Вещественный состав портландцемента. Химико-минералогический состав портландцементного клинкера. Модульные характеристики портландцементного клинкера. Роль второстепенных компонентов. Равновесный минералогический состав портландцементного клинкера.

1.3 Сырьевые материалы для производства портландцемента.

Известняковые и алюмосиликатные породы, корректирующие добавки. Химический и минералогический состав материалов. Технические требования к составу отдельных сырьевых компонентов. Физические свойства: твердость, влажность и другие технологические характеристики. Использование промышленных и бытовых отходов в качестве сырьевых

материалов. Шлаки, их химический, минералогический состав, структура. Гипсосодержащие материалы. Использование гипсосодержащих отходов при производстве цемента.

1.4 Принципиальные технологические схемы производства портландцемента. Мокрый, сухой, полусухой и полумокрый способы производства, технико-экономические преимущества каждого из них.

Раздел 2. Физико-химические и технологические процессы производства портландцемента

2.1. Подготовка сырьевых смесей для производства вяжущих материалов

Процессы подготовки сырьевой смеси. Добыча сырьевых материалов, способы транспортировки сырья на завод, норма запасов сырья на предприятии.

Измельчение материалов. Пути интенсификации помола сырьевых смесей. Помол в сухом и мокром состоянии. Совместный помол и сушка сырья. Оптимизация процесса тонкого измельчения материалов. Оценка степени измельчения. Гранулометрический состав сырьевой смеси и его связь с затратами энергии на помол.

Сырьевой шлам как дисперсная система. Роль глины и известняка в создании структуры шлама. Важнейшие структурно-механические свойства шлама: влажность, текучесть.

Корректирование и гомогенизация сырьевого шлама и сухих сырьевых смесей. Методы непрерывного анализа состава сырья для корректирования сырьевых смесей.

2.2 Физико-химические процессы при обжиге портландцементного клинкера

Процессы обжига портландцементного клинкера. Термические превращения отдельных сырьевых компонентов при нагревании. Механизм и кинетика процессов сушки, дегидратации, диссоциации. Реакции в твердом состоянии, механизм и кинетика твердофазовых реакций. Последовательность образования фаз в системах  $\text{CaO} - \text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO} - \text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3$ . Образование промежуточных соединений. Механизм образования клинкерных гранул. Последовательность кристаллизации фаз при охлаждении клинкера. Роль скорости охлаждения в формировании конечного минералогического состава. Структура портландцементного клинкера, кристаллизация основных клинкерных фаз. Влияние технологических факторов на реакционную способность сырьевых смесей.

2.3 Технология обжига портландцементного клинкера

Особенности обжига портландцементного клинкера в печах различной конструкции. Технологические зоны вращающейся печи. Подготовка и сжигание технологического топлива. Использование топливосодержащих отходов при обжиге клинкера.

2.4 Технология помола портландцемента

Процессы помола портландцементного клинкера и получения портландцемента. Влияние микроструктуры на размалываемость клинкеров. Расход энергии при измельчении цемента. Пути снижения энергозатрат на измельчение цемента. Интенсификаторы помола цемента. Оптимизация гранулометрического состава цемента.

2.5 Экологические проблемы производства портландцемента.

Повышение энергоэффективности производства цемента. Выбросы вредных веществ в окружающую среду при производстве цемента и методы борьбы с ними.

Раздел 3. Гидратация, твердение и свойства портландцемента

3.1 Физико-химические процессы гидратации и твердения портландцемента

Химические реакции гидратации минералов портландцементного клинкера. Гидратация алюминатов и алюмоферритов кальция в присутствии двуводного гипса. Скорость гидратации минералов. Механизм процесса гидратации, теории Ле Шателье, Михаэлиса, современные теории гидратации портландцемента. Кинетика процесса гидратации алита и других минералов. Кристаллизация гидратных фаз. Химический состав жидкой фазы при гидратации и твердении портландцемента. Механизм образования и роста зародышей гидратных фаз. Влияние различных факторов на структуру и морфологию гидратных фаз. Структура и состав образующихся кристаллогидратов.

3.2 Твердение портландцемента

Схватывание и твердение цементного раствора. Роль гипса как регулятора схватывания цемента. Взаимодействие различных кристаллогидратов друг с другом: адгезия, когезия, кристаллические сростки.

Синтез прочности цементного камня. Кинетика твердения цемента, влияние на неё химико-минералогического, вещественного состава, дисперсности цемента, условий твердения. Структура затвердевшего цементного камня. Формы связи воды в цементном камне, структура пор. Методы исследования микроструктуры цементного камня.

### 3.3 Коррозия портландцемента

Коррозия и долговечность цементного камня. Виды и механизмы коррозии. Автокоррозия цементов. Меры борьбы с коррозией цементов.

### 3.4 Строительно-технические свойства портландцемента

Активность, марка и класс прочности цемента. Плотность и объемная масса цемента. Тонкость помола. Водопотребность, нормальная густота, водоудерживающая способность, водоотделение цементов. Схватывание, равномерность изменения объема цементного теста. Тепловыделение при твердении цементов. Влияние различных факторов на прочность цементного камня.

## 4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>8</b>	<b>288</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>	<b>72</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>32</i>	<i>24</i>
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>32</i>	<i>24</i>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4,33</b>	<b>156</b>	<b>117</b>
Контактная самостоятельная работа	1	36	27
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,33	120	90
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>		

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Химическая технология керамики»

**1 Цель дисциплины** – приобретение обучающимися знаний основных процессов керамических производств, технологий основных видов керамических изделий (технической керамики, огнеупоров, строительной и хозяйственной керамики) и их физико-химических свойств (структурных, механических, термомеханических, теплофизических, электрофизических, магнитных, оптических и др.).

### **2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3.

*Знать:*

- технологические процессы получения основных видов керамики и огнеупоров;
- методы теоретического проектирования и экспериментального исследования структуры

и свойств основных видов керамики и огнеупоров;

- основные требования стандартов на сырьевые материалы и готовую продукцию;
- основы охраны труда, техники безопасности, противопожарной безопасности и защиты окружающей среды при организации и управлении производствами керамики и огнеупоров.

*Уметь:*

- применять теоретические знания по химии и технологии керамических и огнеупорных материалов в курсовом и дипломном проектировании, а также при прохождении производственной практики;
- устанавливать требования к технологическим процессам с целью снижения материалоемкости, энергоемкости и создания малоотходных технологий;
- определять свойства различных видов керамических материалов;
- проводить анализ научно-технической литературы.

*Владеть:*

- знаниями о взаимосвязи состава, структуры, свойств и технологии основных видов керамических материалов;
- знаниями о технологическом процессе производства керамических материалов как единой цепочке последовательных взаимосвязанных стадий;
- методами организации и осуществления контроля свойств готовой продукции, способами поиска и анализа научно-технической литературы.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Введение**

Краткие сведения по истории керамики, современный уровень и перспективы развития.

Обобщенная схема технологического процесса производства керамики и огнеупоров и характеристика основных переделов.

Основные характеристики, используемые для описания упаковки твердой фазы и соотношения между твердой, жидкой и газообразной фазами.

Основные типы структур керамических материалов. Плотнспекшаяся керамика, керамика зернистого строения, пористая проницаемая керамика, керамика из ультрадисперсных порошков.

#### **Раздел 2. Процессы технологии керамики.**

##### **2.1 Измельчение и зерновой состав порошков.**

Взаимосвязь структуры керамических материалов с дисперсностью исходных порошков. Методы представления и характеристики зернового состава. Классификация и характеристика методов диспергирования. Механизмы диспергирования. Агрегаты, используемые для измельчения, и области их применения.

Тонкий помол. Основные способы тонкого помола. Методы защиты измельчаемых материалов от загрязнения.

Особенности измельчения пластичных материалов.

Разделение порошков по крупности. Подбор зернового состава порошков. Характеристика упаковки моно- и полифракционных порошков. Прерывные и непрерывные зерновые составы.

##### **2.2. Смешивание и подготовка масс.**

Требования к однородности масс, способы ее оценки. Типовые схемы приготовления формовочных масс для полусухого прессования, пластического формования, шликерного литья. Строение формовочных масс.

Временные технологические связки и их роль при формовании и сушке, компоненты связок, требования к связкам.

##### **2.3. Методы формования полуфабриката.**

Полусухое прессование. Сущность метода. Классификация способов прессования по направлению усилий, скорости и режиму нагружения. Феноменологическое описание одноосного прессования в жесткой матрице. Поведение твердой, жидкой и газообразной фаз при прессовании. Влияние давления и времени прессования на плотность полуфабриката. Взаимосвязь уплотняемости и плотности полуфабриката с давлением прессования и

содержанием связки. Понятия критических влажности, плотности и давления. Распределение давления и плотности по высоте заготовки. Способы повышения равноплотности. Двустороннее и ступенчатое одноосное прессование, прессование в «плавающих» формах.

Изостатическое прессование и его варианты.

Гидродинамическое, электрогидродинамическое и взрывное прессование.

Вибрационное формование. Варианты метода. Влияние основных факторов на плотность полуфабриката.

Пластическое формование и его варианты. Деформационные свойства пластичных масс. Методы оценки пластичности. Влияние основных факторов (содержания дисперсионной среды, дисперсности твердой фазы, газовых включений) на свойства пластичных масс.

Формование заготовок выдавливанием. Особенности деформации массы в шнековых и поршневых прессах.

Формование методом раскатки. Основные факторы, определяющие протекание процесса. Формы для изготовления изделий и предъявляемые к ним требования.

Метод допрессовки.

Формование методом обточки.

Литье керамических шликеров. Классификация методов литья. Требования к литьевым суспензиям. Литье из водных суспензий. Способы регулирования свойств шликера и полуфабриката. Интенсификация литья.

Литье полуфабриката из неводных суспензий. Пленочное литье.

Литье из термопластичных шликеров. Основные особенности и варианты метода. Способы регулирования свойств шликера. Основные особенности удаления временной технологической связки.

#### 2.4. Сушка керамического полуфабриката.

Удаление временной технологической связки как процесс внутреннего и внешнего массообмена. Усадочные явления в процессе сушки. Максимально допустимая скорость сушки. Методы оценки сушильных свойств полуфабриката и длительности сушки. Основные методы сушки керамического полуфабриката и способы ее интенсификации.

#### 2.5. Обжиг керамического полуфабриката.

Основные процессы, происходящие при обжиге. Изменение свойств полуфабриката в обжиге. Спекание как основной процесс, происходящий при обжиге. Основные стадии спекания. Способы оценки и характеристики спекания.

Твердофазное спекание. Влияние основных факторов. Способы интенсификации.

Реакционное спекание.

Жидкофазное спекание. Основные стадии процесса. Влияние основных факторов и способы интенсификации. Жидкофазное спекание при взаимодействии твердой и жидкой фаз.

#### 2.6. Дополнительные виды обработки керамических изделий: шлифовка, полировка, металлизация, пайка, декорирование.

### Раздел 3. Строение и свойства керамики.

#### 3.1. Фазовый состав, макро- и микроструктура, пористость и плотность керамики.

Распределение кристаллической и стекловидной фаз и пор. Виды пор, проницаемость к флюидам и ее связь с поровой структурой. Параметры, характеризующие поровую структуру, распределение пор по размерам. Методы исследования фазового состава, микроструктуры и пористости.

#### 3.2. Механические и упругие свойства керамики.

Упругие свойства керамики, механизмы разрушения керамики. Прочность керамики при различных видах механических воздействий. Трещиностойкость керамики и способы ее повышения. Твердость и износостойкость керамики. Методы определения механических и упругих свойств керамики. Зависимость свойств от структуры материала и температуры.

#### 3.3. Теплофизические свойства керамики.

Теплоемкость, термический коэффициент линейного расширения, теплопроводность и температуропроводность керамики, их зависимость от состава и температуры. Методы оценки. Термические напряжения в материале и изделиях, термостойкость керамики. Факторы,

определяющие термостойкость. Методы ее оценки. Пути повышения термостойкости. Морозостойкость керамики.

3.4. Огнеупорность и деформационные свойства керамики при повышенных температурах.

Огнеупорность и определяющие ее факторы. Ползучесть (крип) керамики. Методы оценки. Влияние структуры, пористости, температуры. Длительная прочность керамики.

3.5. Электрофизические свойства керамики.

Проводимость керамики, ее механизмы и температурная зависимость. Керамические проводники, сверхпроводники, полупроводники и диэлектрики. Поляризация керамики, ее виды и связь с диэлектрической проницаемостью. Температурная и частотная зависимость диэлектрической проницаемости керамики. Диэлектрические потери, их виды и связь с химическим, фазовым составом и структурой керамики. Температурная и частотная зависимости диэлектрических потерь. Электрическая прочность керамики, виды и механизмы пробоя. Методы измерения электрических свойств.

3.6. Пьезокерамические материалы.

Основные показатели. Влияние состава и структуры на пьезосвойства.

3.7. Магнитные свойства керамики.

Основные сведения о природе ферромагнетизма керамики, намагниченность, магнитная проницаемость, коэрцитивная сила. Температура Кюри. Магнитомягкие и магнито жесткие ферриты. Влияние структуры на магнитные свойства.

3.8. Оптические свойства керамики.

Взаимодействие керамики со светом, рассеяние, поглощение и отражение света. Керамика как полупрозрачное тело, белизна керамики и методы ее оценки. Влияние примесей на оптические свойства керамики.

3.9. Химические свойства керамики.

Факторы, определяющие сопротивление коррозии: химическая инертность главных и второстепенных составляющих керамики, поверхностная текстура и пористость, образование защитного слоя, температура. Поведение различных видов керамики в коррозионных средах. Шлако- и стеклоустойчивость, устойчивость керамики к действию воды и ее паров (влажностное расширение), кислот, щелочей, газовых сред, биосовместимость керамики. Каталитические свойства керамики.

#### 4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>8</b>	<b>288</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>	<b>72</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>32</i>	<i>24</i>
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>32</i>	<i>24</i>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4,33</b>	<b>156</b>	<b>117</b>
Контактная самостоятельная работа	1	36	27
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,33	120	90
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>		



## Аннотация рабочей программы дисциплины «Химическая технология стекла»

**1 Цель дисциплины** – приобретение учащимися знаний и компетенций в области физико-химии стеклообразного состояния вещества, теоретических основ стекольной технологии и их практической реализации в производстве основных видов стеклоизделий.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3*

*Знать:*

- особенности структуры и свойств вещества в стеклообразном состоянии;
- общие закономерности физико-химических процессов в стеклообразующих расплавах и стеклах;
- теоретические и технологические основы процессов стекольной технологии, основные технологические режимы и параметры работы типовых промышленных линий.

*Уметь:*

- анализировать взаимосвязи химического состава, структуры и свойств стекол;
- прогнозировать уровень свойств и оценивать возможные области применения стекол в зависимости от химического состава и технологии получения;
- применять основные теоретические положения к анализу результатов научных и технологических исследований в области стекла.

*Владеть:*

- экспериментальными методами определения свойств стекол;
- методами расчета физико-химических характеристик стекол;
- навыками постановки и проведения эксперимента, анализа и изложения результатов эксперимента при выполнении исследовательской работы в области технологии стекла.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Структура и свойства стекол*

1.1 Введение. Стеклообразное и кристаллическое состояние вещества, структурные параметры стекол

Стекло как материал. Природное стекло и исторический аспект стеклоделия. Классификация стекол по назначению. Обзор стекол разных типов. Стеклообразное и кристаллическое состояние вещества, структурные параметры стекол.

Определение понятий "стекло", "стеклообразное состояние", "стеклование". Особенности стекловидного и кристаллического состояния вещества. Характерные признаки стеклообразного состояния. Температура стеклования  $T_g$  и интервал стеклования. Особенности изменения свойств в интервале стеклования.

Основные гипотезы строения стекла. Понятие о стеклообразователях и модификаторах, мостиковом и немостиковом кислороде. Кристаллохимический подход к описанию строения стекла. Микронеоднородное строение стеклообразующих расплавов и стекол.

Структурные параметры стекол: степень связанности сетки, сила поля катиона, природа и энергия связи, поляризуемость, электроотрицательность катионов. Особенности строения различных групп стекол – силикатных, боратных, фосфатных. Современные представления о строении стекла.

1.2 Вязкость и поверхностное натяжение стекол.

Вязкость стекла. Температурная зависимость вязкости, ее математическое описание. Энергия активации вязкого течения и ее определение. Влияние различных факторов на вязкость стекол. Характеристические температуры и соответствующие им значения вязкости. Технологическая шкала вязкости. Поверхностное натяжение стекла и его роль в технологии.

### 1.3 Механические свойства стекол.

Плотность стекла. Влияние состава и теплового прошлого на плотность. Температурная зависимость плотности стекла.

Теоретическая и техническая прочность. Высокопрочное состояние стекла и природа его разупрочнения. Теории прочности стекла: энергетическая теория Гриффитса, статистическая теория. Влияние состава, структуры и теплового прошлого на прочность бездефектного и дефектного стекла. Масштабный фактор и его влияние на прочность. Статическая и динамическая прочность. Методы упрочнения стеклоизделий.

Ударная вязкость. Твердость как характеристика прочности поверхностного слоя стекла. Роль твердости при механической обработке стеклоизделий. Упругая и пластическая деформация стекла в различных температурных интервалах. Границы применимости закона Гука.

Влияние состава, теплового прошлого, температуры на физико-механические свойства.

### 1.4 Теплофизические свойства стекол.

Природа теплового расширения стекла. Дилатометрическая кривая расширения и характеристические точки на ней. Влияние химического состава и структуры стекла на температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР). Температурная зависимость ТКЛР. Роль ТКЛР в технологии и применении стекла.

Природа теплопроводности стекол. Значения теплоемкости промышленных стекол. Влияние состава и температуры на теплофизические свойства.

Связь термостойкости с механическими и физическими свойствами стекла. Уравнения Винкельмена-Шотта и Бартенева. Влияние состава стекла, скорости охлаждения (нагрева), толщины изделий на термостойкость. Термостойкость промышленных стекол.

### 1.5 Электрические свойства стекол.

Природа проводимости силикатных стекол и расплавов. Температурная зависимость проводимости. Энергия активации проводимости, температура ТК-100. Влияние состава и структурных параметров стекла на проводимость. Полищелочной эффект. Поверхностная и объемная электропроводность.

Природа поляризации в стеклах (электронная, ионная). Диэлектрическая проницаемость стекол, ее связь с другими свойствами (плотность, коэффициент преломления). Виды диэлектрических потерь: потери проводимости, релаксационные, резонансные. Виды пробоя. Значения диэлектрических свойств промышленных стекол. Влияние состава и температуры на диэлектрические свойства стекол.

### 1.6 Оптические свойства стекол.

Спектры собственного пропускания стекол в оптическом диапазоне длин волн. Условия прозрачности, понятие граничной длины волны. Спектральные характеристики неокрашенных и цветных стекол. Механизмы окрашивания стекла ионными, молекулярными, коллоидными красителями.

Отражение света и его использование в технологии стекла. Полное внутреннее отражение как основа получения оптических световодов, линз Френеля.

Показатель преломления и дисперсия показателя преломления стекла. Диаграмма Аббе и классификация оптических стекол. Влияние различных факторов на показатель преломления стекол. Рефракция. Области применения стекол с различными оптическими постоянными.

### 1.7 Химическая устойчивость стекол.

Механизм химического разрушения стекла при взаимодействии с различными реагентами (водой, кислотами, щелочами). Влияние состава, температуры, вида и концентрации реагента на химическую стойкость стекла. Полищелочной эффект при взаимодействии стекла с водой и кислотами. Гидролитические классы и классификация стекол по химической стойкости. Пути повышения химической стойкости стекол и стеклоизделий.

## *Раздел 2. Основы стекольной технологии*

### 2.1. Общие принципы стекольной технологии.

Характеристика основных компонентов и классификация стекол по химическому составу. Обобщенная технологическая схема производства стекла и стеклоизделий. Основные технологические стадии и их характеристика.

## 2.2. Сырьевые материалы и приготовление стекольной шихты.

Классификация сырьевых материалов, используемых в стекольной промышленности. Требования, предъявляемые к сырьевым материалам, стандарты. Главные и вспомогательные сырьевые материалы. Технологические схемы подготовки сырьевых материалов на стекольных заводах. Стекольный бой как сырьевой материал для стекловарения. Современное состояние сырьевой базы стекольной промышленности.

Требования, предъявляемые к стекольной шихте, их обоснование и обеспечение в условиях промышленного производства. Технологическая схема и параметры приготовления шихты. Требования, предъявляемые к условиям хранения и транспортировки шихты.

Методика расчета промышленных стекольных шихт по заданному составу стекла. Корректировка рецептур шихт. Контроль качества сырьевых материалов и шихты. Пути совершенствования технологии подготовки стекольной шихты. Применение АСУ ТП при подготовке сырьевых материалов и составлении шихты.

## 2.3. Теоретические и технологические основы стекловарения.

Физико-химические процессы и последовательность фазовых превращений в шихте в ходе стекловарения. Пять этапов стекловарения, их характеристика, лимитирующие процессы, температурные интервалы.

Практическая реализация стекловарения в современных стекловаренных печах. Условия и особенности провара стекольной шихты в промышленных стекловаренных печах (горшковых, ваннных). Особенности и роль теплообмена и массообмена в стекловарении, пути оптимизации этих явлений. Картограмма зеркала стекломассы. Технологические режимы варки стекол различных типов. Особенности и перспективы применения электроэнергии в стекловарении. Сравнительный анализ технико-экономических показателей работы стекловаренных печей различной конструкции.

Классификация, природа и причины появления пороков стекломассы. Диагностика пороков и пути их устранения.

## 2.4. Формование стеклоизделий.

Технологические свойства стекольных расплавов (вязкость, поверхностное натяжение, кристаллизационная способность) и их роль в процессах формования стеклоизделий. "Длинные" и "короткие" стекла. Кинетика охлаждения и твердения стекла при формовании. Классификация и разновидности способов формования, их применение для формования стеклоизделий разного типа.

## 2.5. Отжиг стеклоизделий.

Термические напряжения в стекле, механизмы и закономерности их возникновения и релаксации, влияние на свойства стеклоизделий. Методы измерения напряжений, уровень допустимых напряжений в стеклоизделиях.

Отжиг стекла как завершающая стадия технологии производства стеклоизделий. Температурный и вязкостной интервалы отжига. Технологические режимы отжига, методы их расчета. Контроль качества отжига.

## 2.6. Экологические аспекты производства стекла

Основные факторы воздействия на окружающую среду. Текущие уровни эмиссии в окружающую среду и потребления ресурсов в производстве стекла. Производственный экологический мониторинг и контроль на предприятиях стекольной промышленности. Меры по предотвращению и снижению выбросов загрязняющих веществ при производстве стекла. Применение стекол при иммобилизации радиоактивных отходов. Утилизация отходов других производств в технологии стекла.

#### 4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>8</b>	<b>288</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>	<b>72</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>32</i>	<i>24</i>
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>32</i>	<i>24</i>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4,33</b>	<b>156</b>	<b>117</b>
Контактная самостоятельная работа	1	36	27
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,33	120	90
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>		

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству вяжущих материалов»

**1 Цель дисциплины** – получение студентами знаний, умений, владений и формирование профессиональных компетенций и индикаторов их достижения в области оборудования заводов по производству вяжущих материалов.

**2 Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения:** ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3.

*Знать:*

- порядок организации, планирования и проведения технологического процесса;
- технологическое оборудование и правила его эксплуатации.

*Уметь:*

- использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции;
- подбирать технологические параметры процесса производства тугоплавких неметаллических и силикатных композиционных материалов.

*Владеть:*

- навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом;
- основами проектирования технологической линии производства для получения наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами.

#### **3 Краткое содержание дисциплины**

Раздел 1. Дробильно-помольное оборудование заводов по производству вяжущих материалов

1.1. Классификация оборудования для производства вяжущих материалов. Основные показатели работы технологического оборудования: производительность, потребляемая мощность, надежность. Коэффициент использования оборудования, технологический резерв.

1.2. Значение процессов измельчения для производства вяжущих материалов. Классификация процессов измельчения. Способы измельчения материалов. Расход энергии при измельчении материалов. Влияние свойств измельчаемого материала на процесс измельчения. Характеристики глубины процесса измельчения. Классификация оборудования для измельчения материалов. Оборудование для дробления твердых материалов: щековые и конусные дробилки.

Оборудование для дробления мягких, пластичных и влажных материалов: валковые и щечно-валковые дробилки, зубчатые дробилки. Особенности конструкции валковых дробилок портландцементного клинкера. Оборудование для дробления хрупких материалов: молотковые и ударно-отражательные дробилки. Дробилки-сушилки сырьевых материалов и кека. Типовые схемы дробления материалов с различными физическими характеристиками. Многостадийное дробление материалов. Выбор оптимальной схемы дробления материала.

1.3. Шаровые мельницы, их классификация. Конструкция основных деталей и узлов шаровых мельниц. Мелющие тела, бронефутеровка, межкамерные перегородки, способы загрузки и разгрузки измельчаемого материала. Привод мельниц. Теория работы шаровых мельниц. Влияние технологических факторов на работу шаровых мельниц. Интенсификация процессов измельчения. Аспирация мельниц. Замкнутый цикл работы шаровых мельниц, способы организации замкнутого цикла. Механохимические явления. Шаровые мельницы-сушилки, особенности их конструкции. Глиноболтушки и роторные мельницы. Мельницы самоизмельчения Аэрофол и Гидрофол. Вертикальные среднеходные мельницы. Шахтные, аэробильные и ролико-маятниковые мельницы. Вибромельницы, струйные мельницы. Новые виды помольных агрегатов, мельницы HOROMIL. Технологические схемы измельчения, их анализ и технико-экономическая оценка.

Раздел 2. Вспомогательное механическое оборудование заводов по производству вяжущих материалов

2.1. Дозаторы и питатели. Способы дозирования материалов. Дозаторы периодического и непрерывного действия, объемные и весовые дозаторы. Весовые бункера. Особенности конструкции объемных дозаторов непрерывного действия, используемых для производства вяжущих материалов: дисковые, ленточные, вибрационные, винтовые, возвратно-поступательные, ячейковые. Ленточные весовые дозаторы с механической и электронной регулировкой. Дозаторы-питатели сырьевых шламов: ковшовый питатель, автоматический реактивный питатель шлама.

2.2. Оборудование для классификации материалов. Методы разделения материалов по размерам зерна. Способы отсева материалов. Виды отсеивающих поверхностей. Условия протекания процесса отсева. Особенности конструкции сит и грохотов, используемых для производства вяжущих материалов: колосниковые возвратно-поступательные, вибрационные, валковые грохоты. Теория сепарации частиц в воздушном потоке. Условия сепарации частиц, зоны разделения. Коэффициент полезного действия сепаратора, циркуляционная нагрузка сепаратора. Особенности конструкции сепараторов, используемых для производства вяжущих материалов: воздушно-проходной статический сепаратор, V-сепаратор, динамический центробежный сепаратор, сепаратор с выносными циклонами, сепараторы с потоком вторичного воздуха. Оборудование для классификации твердых частиц в сырьевых шламах. Дуговые сита, гидроциклоны.

2.3. Оборудование для внутривоздушной транспортировки материалов. Особенности конструкции внутривоздушной транспортных устройств, используемых для производства вяжущих материалов: ленточные, скребковые транспортеры, ковшовые элеваторы. Особенности конструкции оборудования для транспортировки порошкообразных материалов, используемых для производства вяжущих материалов: винтовые транспортеры и аэрожелоба, пневмовинтовые, пневмокамерные насосы, эрлифты. Оборудование для транспортировки сырьевых шламов.

2.4. Оборудование для обеспыливания технологических газов. Характеристики пылегазовых смесей. Способы очистки газов от пыли. Особенности конструкции оборудования для обеспыливания технологических газов, используемого для производства вяжущих материалов: пылесадительные камеры, циклоны, групповые и батарейные циклоны, скрубберы. Способы повышения эффективности функционирования циклонов. Принципы электростатического обеспыливания газов. Электрофильтры, коронирующие и осадительные электроды. Способы повышения эффективности функционирования электрофильтров. Рукавные фильтры. Выбор фильтрующего материала. Гравийные фильтры. Комбинированные установки для обеспыливания промышленных газов. Вентиляторы и дымососы. Много стадийное обеспыливание газов. Выбор оптимальной схемы обеспыливания. Технико-экономическая

оценка схемы обеспыливания.

2.5. Оборудование для хранения и усреднения материалов. Склады для хранения сырьевых материалов, штабельные и силосные склады. Предварительное усреднение материалов на складах. Вертикальные и горизонтальные шламбассейны, способы перемешивания сырьевых шламов. Гомогенизационные силоса сырьевой муки. Аспирационные короба, способы аспирации силосов. Гомогенизационные силоса с центральной усреднительной камерой.

2.6. Цементные силоса. Пневморазгрузатели цемента. Упаковочные машины.

Раздел 3. Тепловое оборудование заводов по производству вяжущих материалов

3.1. Оборудование для обжига портландцементного клинкера. Печи для обжига портландцементного клинкера. Выбор печного агрегата в зависимости от способа производства портландцемента. Классификация вращающихся печей. Элементы конструкции вращающихся печей: корпус, кольца жесткости, бандажи. Способы крепления бандажей на корпусе печи. Опорные ролики, контрольные ролики. Способы предотвращения сползания печей с опорных роликов, перекося роликов. Привод вращающихся печей, способы крепления венцовой шестерни к корпусу печи. Уплотнительные устройства горячего и холодного конца вращающейся печи. Устройства для возврата уловленной пыли в печь. Особенности конструкции вращающихся печей мокрого способа производства, внутривспечные и запечные теплообменные устройства. Особенности конструкции вращающихся печей сухого способа производства.

3.2. Суспензионные циклонные теплообменники. Аэродинамический режим работы циклонов. Особенности конструкции суспензионных теплообменников для обжига легкоплавких сырьевых смесей. Шахтно-циклонные теплообменники, система байпаса газов. Суспензионные теплообменники с декарбонизаторами сырьевой муки. Схемы включения декарбонизаторов в систему циклонного теплообменника. Разновидности декарбонизаторов. Техно-экономические показатели эффективности применения декарбонизаторов. Особенности конструкции вращающихся печей комбинированного способа производства. Печи системы Леполь. Конвейерные кальцинаторы. Горелки вращающихся печей.

3.3. Устройства для грануляции сырьевой муки. Устройства для обезвоживания сырьевых шламов. Шахтные печи для обжига клинкера. Печи кипящего слоя, спекательные решетки, циклонные топки. Тепловые агрегаты для получения клинкера методом плавления, вагранки.

3.4. Клинкерные холодильники. Основные показатели работы клинкерных холодильников. Барабанные и рекуператорные холодильники, пути повышения эффективности работы рекуператорных холодильников. Колосниковые переталкивающие холодильники.

3.5. Оборудование для сушки материалов. Барабанные, вихревые сушилки, сушилки кипящего слоя, аэрофонтанные сушилки.

Раздел 4. Специальное оборудование заводов по производству гипса и извести

4.1. Оборудование для производства вяжущих материалов воздушного твердения. Оборудование для производства гипсовых вяжущих материалов. Основные тепловые агрегаты для получения гипсовых вяжущих материалов: сушильные барабаны, гипсоварочные котлы периодического и непрерывного действия. Шахтные и аэробильные мельницы, установки для обжига гипса в кипящем слое, конвейерные печи. Тепловые агрегаты для производства высокопрочного гипса: демпфер, самозапарник, автоклав.

4.2. Оборудование для производства извести. Особенности конструкции вращающихся печей для обжига извести. Шахтные печи для обжига извести, особенности конструкции печей при работе на твердом и газообразном топливе. Загрузочные и разгрузочные устройства. Горелки шахтных печей. Особенности вращающихся печей для обжига извести. Оборудование для получения извести-пушонки, известкового теста, известкового молока.

Раздел 5. Основы проектирования заводов вяжущих материалов, выполнение КП

5.1. Основы проектирования заводов вяжущих материалов. Структура проектов и взаимосвязь составляющих их частей. Задание на проектирование. Генеральный проектировщик. Одностадийное проектирование, технорабочий проект. Двухстадийное проектирование, технический проект и рабочие чертежи. Нормы технологического проектирования. Учет экономических факторов при проектировании.

5.2. Техно-экономическое обоснование проекта. Обоснование целесообразности

проектирования объекта. Выбор района и точки строительства предприятия. Обоснование его мощности, ассортимента выпускаемой продукции, анализ обеспеченности сырьем, электроэнергией, технологическим топливом и водой. Обоснование способа технологического процесса производства. Обеспечение требований охраны окружающей среды при проектировании. Содержание технологической части проекта, общие рекомендации по ее разработке.

5.3. Принципы проектирования сырьевых цехов, варианты компоновки оборудования. Проектирование цехов обжига клинкера. Принципы и предпосылки выбора печного агрегата. Проектирование цехов помола цемента. Проектирование вспомогательных производственных цехов.

5.4. Последовательность технологических расчетов при проектировании. Выбор базового состава портландцементного клинкера. Материальный баланс завода, расчет потребности в исходных материалах, эксплуатационной мощности основных производственных цехов; расчет количества единиц основного технологического оборудования. Принципы расчета агрегатно-поточных линий, подбор оборудования для комплектации агрегатно-поточных линий. Методы расчета эксплуатационных характеристик основного и вспомогательного технологического оборудования.

5.5. Графическая часть проекта. Требования к содержанию, компоновке и оформлению графической части проекта.

#### 4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			7		8	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>7</b>	<b>252</b>	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<i>Контактная работа – аудиторные занятия:</i>	<i>2,67</i>	<i>96</i>	<i>1,78</i>	<i>64</i>	<i>0,89</i>	<i>32</i>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>32</i>	-	-	<i>0,89</i>	<i>32</i>
Лекции	0,89	32	0,89	32	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	0,89	32	0,89	32
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>32</i>	-	-	<i>0,89</i>	<i>32</i>
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3,33</b>	<b>120</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>	<b>1,11</b>	<b>40</b>
Контактная самостоятельная работа	0,01	0,4	-	-	0,01	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,32	119,6	2,22	80	1,10	39,6
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Курсовой проект</b>	-	-	-	-	+	+
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	-	-
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	1	0,4	-	-
Подготовка к экзамену.		35,6		35,6		
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Курсовой проект</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			7		8	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>7</b>	<b>189</b>	<b>5</b>	<b>135</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,67</b>	<b>72</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>	<b>0,89</b>	<b>24</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<b>0,89</b>	<b>24</b>	-	-	<b>0,89</b>	<b>24</b>
Лекции	0,89	24	0,89	24	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,78	48	0,89	24	0,89	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	0,89	24	-	-	0,89	24
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3,33</b>	<b>90</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>	<b>1,11</b>	<b>30</b>
Контактная самостоятельная работа	0,01	0,3	-	-	0,01	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,32	89,7	2,22	60	1,10	29,7
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Курсовой проект</b>	-	-	-	-	+	+
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	<b>1</b>	27	-	-
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3	1	0,3	-	-
Подготовка к экзамену.		26,7		26,7		
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Курсовой проект</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины

#### «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству керамики»

**1 Цель дисциплины** – приобретение обучающимися углубленных знаний и компетенций в области оборудования и основ проектирования предприятий по производству керамики.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3.

*Знать:*

- принципы работы, достоинства и недостатки, наиболее прогрессивные способы эксплуатации оборудования для производства керамики;
- расчет и обоснование ассортимента готовой продукции и мощности предприятия, расчеты потребности сырья, материалов, оборудования;
- основы компоновочных решений технологического оборудования и механизации транспортных операций по цехам и участкам всего производства;

*Уметь:*

- выполнять расчеты по технико-экономическому обоснованию целесообразности проектирования (строительства), технологической разработке проекта;
- применять элементы автоматизации работы оборудования;
- проводить анализ нормативной документации;

*Владеть:*

- знаниями о прогрессивных технологических процессах и оборудовании, обеспечивающих высокое качество продукции, повышение производительности труда и культуры производства;



- решениями, обеспечивающими уменьшение загрязнения окружающей среды, улучшение условий труда;
- способами поиска и анализа нормативной документации.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Оборудование для получения формовочных масс**

##### **1.1. Оборудование для получения измельченных компонентов керамических масс.**

Задача получения измельченных порошков в керамических производствах в связи со специфическими требованиями к их дисперсности. Работа дробления и измельчения.

Основные типы дробильно-помольного оборудования, используемого в керамических производствах. Дробилки - щековые, конусные, молотковые, валковые (в том числе специализированные для грубого дробления глины), глинорезки, дезинтеграторы, помольные бегуны, среднеходовые мельницы, шаровые мельницы непрерывного и периодического действия, вибрационные мельницы, струйные мельницы, аттриторы, планетарные мельницы. Принцип их работы, основные элементы конструкций и сравнительная технологическая оценка различных дробильно-помольных машин. Особенности работы оборудования для тонкого и сверхтонкого измельчения. Сравнительная оценка машин по пылевыделению при помоле и транспортировании порошков. Реализация мероприятий по охране труда и окружающей среды путем рационального выбора методов измельчения и оборудования. Современные тенденции в производстве дробильно-помольного оборудования.

1.2. Оборудование для разделения материалов по крупности, для магнитного обогащения, дозирования и транспортировки внутри цехов.

Методы разделения материалов по размерам зерна. Возможности, ограничения, рациональные области использования различных методов: грохочения (рассева), разделения в воздушном потоке и гидравлической классификации. Основные типы оборудования, применяемого в керамической технологии: сита и грохота, воздушные сепараторы, гидроклассификаторы и гидроциклоны. Оценка сравнительной эффективности процесса разделения в различных типах оборудования. Современные тенденции в совершенствовании устройств для разделения.

Устройства для выделения тонких порошков из воздушного потока и обеспыливания воздуха: аппараты для центробежного, фильтрационного и мокрого пылеулавливания и их особенности, а также основы расчета в процессах производства керамики. Значение пылеулавливания для охраны труда и устранения загрязнения окружающей среды. Тенденции совершенствования оборудования для сепарации и обеспыливания.

Основные типы оборудования для магнитной очистки измельченных материалов. Оборудование для транспортировки и хранения измельченных порошкообразных материалов. Основные типы транспортеров, элеваторов и устройств для пневматического транспорта, их сравнительные оценки. Бункеры, силосы, питатели, дозаторы. Современные тенденции совершенствования этого оборудования.

Примеры компоновок дробильно-помольного оборудования и оборудования для разделения материала по крупности. Расчеты материального баланса и учета возвратных потерь. Принципы выбора оборудования.

##### **1.3. Оборудование для смешивания формовочных масс и их обезвоживания.**

Задача стадии смешивания компонентов и введения временной технологической связки в зависимости от метода формования. Классификация процессов подготовки керамических масс и соответствующих видов смесительного оборудования.

Устройство и работа машин непрерывного действия для смешивания и увлажнения грубокерамических масс. Лопастные смесители. Пароувлажнители.

Устройство и работа смесителей периодического действия для смешивания масс в производстве огнеупоров и грубой керамики: смесительные бегуны и другие машины подобного типа. Способы автоматизации управления работой смесителей периодического действия.

Сравнительная оценка смесителей применительно к пластичным и полусухим массам и тенденции совершенствования этого оборудования.

Шликерные мешалки периодического действия для подготовки тонкокерамических масс (включая распускание глинистых компонентов). Устройство, назначение и сравнительная оценка различных типов мешалок: горизонтальные и вертикальные, лопастные, пропеллерные.

Принципы устройства и схемы использования непрерывно-действующих машин для распускания глинистых компонентов. Тенденции совершенствования мешалок и машин для роспуска глин.

Основное оборудование, применяемое для обезвоживания керамических масс при шликерной подготовке суспензий, особенности режимов и кинетики фильтрования. Решения, обеспечивающие механизацию и автоматизацию работы фильтр-прессов. Влажность получаемых коржей и их дальнейшая переработка. Использование или очистка фильтратов для предотвращения загрязнения окружающей среды. Тенденции в совершенствовании оборудования для обезвоживания шликеров.

Особенности насосов, применяемых для закачки фильтр-прессов и транспорта шликеров; мембранные и червячные насосы. Тенденции в их совершенствовании.

Получение пресс-порошков из керамических шликеров. Основные типы и особенности конструкций распылительных сушил, и сушил в кипящем слое, применяемых в керамической технологии. Грануляторы и их сравнение с распылительными сушилками.

Примеры компоновок дробильно-помольного оборудования и оборудования для подготовки формовочных масс. Массозаготовительные цехи.

Раздел 2. Оборудование для формования заготовок

2.1. Оборудование для формования заготовок способом пластического формования.

Особенности пластического формования керамических масс. Основные варианты процессов пластического формования: протяжка, штемпельное формование, раскатка в тела вращения. Применяемые для них типы оборудования.

Ленточные прессы и мялки. Устройства ленточных прессов с винтовыми лопастями и особенности их основных конструктивных элементов (корпус, загрузочно-питательное устройство, винтовые лопасти, головка, мундштук). Процессы, происходящие при формовании на ленточных прессах. Виды брака и способы их предотвращения.

Вакуумные ленточные прессы. Механизмы и эффективность вакуумирования. Водокольцевые и масляные вакуумные насосы. Основные типы конструкций вакуумных прессов и их сравнительная характеристика. Вакууммялки. Режимы вакуумирования и типы вакуумных насосов. Вертикальные прессы для формования канализационных труб. Особенности их устройства. Элементы расчета ленточных прессов с винтовыми лопастями. Производительность прессов, давление прессования и потребляемая мощность. Основные сведения о прессах для пластического формования поршневого типа. Тенденции в совершенствовании оборудования для формования методом протяжки. Требования, предъявляемые к машинам для нарезки сырца (заготовок) из бруса, выдавливаемого ленточным прессом. Основные типы резательных аппаратов. Устройство и кинематика работы однострунного резательного станка.

Принцип работы резательных устройств с фотоэлементом. Общие сведения об устройствах для автоматической садки нарезанного сырца. Примеры компоновок прессов для протяжки с предшествующим им оборудованием.

Оборудование для формования изделий тонкой керамики. Особенности процесса формования тел вращения раскаткой тонкокерамической массы. Влияние режима формования на строение и качество сформованных изделий. Дефекты и способы их устранения.

Основные виды машин для получения заготовок. Формование тонкостенных полых и плоских изделий (хозяйственный фарфор, фаянс) на ручных и механизированных станках.

Принцип устройства и основные конструктивные элементы полуавтоматов: управление всеми операциями формования с помощью распределительного вала. Различные варианты процесса формования: одностадийное и двухстадийное формование, формование шаблонами и роликами. Кинематические схемы наиболее характерных полуавтоматов. Тенденции в совершенствовании оборудования для формования методом раскатки.

Штемпельные прессы для пластического формования. Особенности процесса штемпельного формования изделий из грубокерамических пластичных масс. Основные типы

прессов, применяемых для допрессовки огнеупоров и кислотоупорных изделий, формования черепицы. Их устройство и работа. Примеры компоновок прессов для штемпельного прессования с предшествующим оборудованием. Тенденции в совершенствовании оборудования для формования методом допрессовки.

Пути полной механизации процесса формования хозяйственного фарфора и фаянса с объединением пресса для протяжки, устройства для нарезания пластов, формующего агрегата и конвейерного сушила в единый агрегат - поточную линию. Примеры компоновок прессов для штемпельного прессования с предшествующим оборудованием.

## 2.2. Оборудование для прессования заготовок из порошков.

Особенности и варианты процесса прессования изделий из порошков. Способы регулирования давления и плотности. Требования к порошкам для полусухого прессования. Причины появления и пути устранения неравноплотности, перепрессовочных трещин и других дефектов прессовок. Основные варианты применяемых режимов прессования (одностороннее и двухстороннее сжатие: использование плавающих форм, ступенчатые режимы прессования).

Классификация прессов по источникам создания прессующего усилия, по типам прессующих и перемещающих механизмов, по режимам прессования. Револьверные и роторные прессы.

Механические прессы. Принцип действия и достоинства коленорычажного механизма. Конструкция и работа типичных коленорычажных прессов для прессования огнеупоров, строительного кирпича и плиток. Механизмы для засыпки массы и выталкивания изделий. Устройства для гидравлического регулирования давления на механических прессах.

Принцип действия и основные элементы конструкции фрикционных прессов. Специфические особенности процесса прессования на этих прессах. Способы автоматизации фрикционных прессов. Винтовые прессы с дугостаторным приводом.

Гидравлические прессы. Особенности и основные области применения гидравлических прессов в керамической технологии. Основные типы гидравлических прессов, применяемых в производстве огнеупоров, керамических плиток и технической керамики. Оборудование гидравлической схемы прессов: насосы, аккумуляторы, преобразователи давления, золотники, клапаны. Автоматизация управления гидравлическими прессами (рассматривается на примере одного из прессов).

Основные особенности и методы прессования изделий сложной формы. Некоторые конструктивные решения пресс-форм, кернов и пуансонов, обеспечивающих выравнивание коэффициентов сжатия. Гидростатическое и квазиизостатическое прессование. Вибропрессование. Газостатическое прессование.

Современные тенденции совершенствования прессов для полусухого прессования. Пресс-формы для прессования керамических плиток: зеркальные, с передачей, гидростатические штампы. Примеры компоновок прессов для полусухого прессования и предшествующего оборудования.

## 2.3. Оборудование для формования заготовок методом литья, методом обточка. Дополнительная обработка.

Особенности процесса литья керамических шликеров в пористые формы. Требования к шликерам и пористым формам. Классификация методов литья, применяемых в керамической технологии. Оборудование литейных цехов для производства санитарно-строительной керамики. Мешалки, насосы, шликеропроводы, устройства для вакуумирования шликеров. Переход от литейных конвейеров к механизированным литейным стандам.

Устройство и работа карусельной машины для отливки тонкостенных полых изделий методом сливного литья.

Оборудование для горячего литья изделий из термопластичных шликеров. Типичные конструкции литейных машин и режимы их работы.

Способы изготовления тонких керамических пленок, а также керамической фанеры.

Особенности литья под давлением. Оборудование для литья изделий под давлением.

Компоновочные решения по размещению оборудования при формировании методом литья. Тенденции совершенствования оборудования для литья керамических изделий.

Оборудование для обработки резанием (обточки) заготовок изоляторов. Мокрый и сухой способы глазурирования. Оборудование для глазурирования изделий методами окунания, полива, пульверизации, электростатическим, одновременным прессованием плиточного слоя и глазури. Устройство глазурировочного конвейера для плиток.

Роторные и роторно-конвейерные линии и возможности их использования в технологии керамики в сравнении с роботизированными комплексами.

Раздел 3. Основы проектирования предприятий по производству керамики

3.1. Общие положения о проектировании.

Технико-экономическое обоснование, выбор места строительства, задание на проектирование. Основные определения. Предпроектные работы. Общая пояснительная записка. Генеральный план и транспорт. Технологические решения. Организация и условия труда работников. Управление производством и предприятием. Архитектурно-строительные решения. Специальное оборудование, сети и системы. Организация строительства. Охрана окружающей среды. Специально-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций. Сметная документация. Эффективность инвестиций.

Роль специалиста при проектировании. Действующие нормативные документы по строительству. Нормы технологического проектирования и технико-экономические показатели предприятий керамической промышленности. Системы ЕСКД, ЕСТД, ЕСТДС в проектировании. Применение компьютеров при проектировании.

3.2. Содержание курсовых студенческих работ и дипломного проектирования.

Тематика курсовых студенческих работ и дипломных проектов. Объем и содержание курсовой студенческой работы и дипломного проекта. Особенности проектирования при реконструкции действующего предприятия. Источники необходимой информации для курсового и дипломного проектирования. Применение вычислительной техники при проектировании.

Требования по оформлению расчетно-пояснительной записки к дипломному проекту. Разделы, входящие в учебный проект. Обоснование целесообразности проектирования объекта. Выбор района и точки строительства предприятия. Обоснование его мощности, ассортимента выпускаемой продукции, анализ обеспеченности сырьем, электроэнергией, технологическим топливом и водой.

Обоснование способа технологического процесса производства. Обеспечение требований охраны окружающей среды при проектировании. Содержание технологической части проекта, общие рекомендации по ее разработке. Подъемно-транспортное оборудование и внутрицеховой транспорт. Принципы проектирования массозаготовительных цехов, варианты компоновки оборудования. Проектирование цехов формования керамических заготовок. Проектирование цехов обжига керамических заготовок. Принципы и предпосылки выбора печного агрегата.

3.3. Типовые решения по выбору и размещению оборудования.

Производство огнеупоров, канализационных труб, кислотоупорных изделий. Производство стеновых материалов, керамических трубок, санитарной керамики, хозяйственного фарфора и фаянса, электроизоляторов. Некоторые общие особенности технологических схем производства технической керамики.

Выбор состава керамического полуфабриката и изделия. Материальный баланс завода, расчет потребности в исходных материалах, эксплуатационной мощности основных производственных цехов; расчет количества единиц основного технологического оборудования. Принципы расчета агрегатно-поточных линий, подбор оборудования для комплектации агрегатно-поточных линий. Методы расчета эксплуатационных характеристик основного технологического оборудования.

Графическая часть проекта. Требования к содержанию, компоновке и оформлению графической части проекта. Последовательность выполнения дипломного проекта. Представление проектов к защите. Порядок защиты проекта.

Заключение. Роль совершенствования оборудования в прогрессе технологии керамики на современном этапе.

#### 4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Семестр
--------------------	-------	---------

			7		8	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>7</b>	<b>252</b>	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>	<b>0,89</b>	<b>32</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<b>0,89</b>	<b>32</b>	-	-	<b>0,89</b>	<b>32</b>
Лекции	0,89	32	0,89	32	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	0,89	32	0,89	32
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	0,89	32	-	-	0,89	32
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3,33</b>	<b>120</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>	<b>1,11</b>	<b>40</b>
Контактная самостоятельная работа	0,01	0,4	-	-	0,01	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,32	119,6	2,22	80	1,10	39,6
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Курсовой проект</b>	-	-	-	-	+	+
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	-	-
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	1	0,4	-	-
Подготовка к экзамену.		35,6		35,6		
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Курсовой проект</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
	ЗЕ	Астр. ч.	7		8	
			ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>7</b>	<b>189</b>	<b>5</b>	<b>135</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,67</b>	<b>72</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>	<b>0,89</b>	<b>24</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<b>0,89</b>	<b>24</b>	-	-	<b>0,89</b>	<b>24</b>
Лекции	0,89	24	0,89	24	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,78	48	0,89	24	0,89	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	0,89	24	-	-	0,89	24
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3,33</b>	<b>90</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>	<b>1,11</b>	<b>30</b>
Контактная самостоятельная работа	0,01	0,3	-	-	0,01	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,32	89,7	2,22	60	1,10	29,7
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Курсовой проект</b>	-	-	-	-	+	+
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	-	-
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3	1	0,3	-	-
Подготовка к экзамену.		26,7		26,7		
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Курсовой проект</b>	

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Оборудование и основы проектирования стекольных заводов»

**1 Цель дисциплины** состоит в приобретении обучающимися знаний и компетенций в области современного оборудования, используемого на всех стадиях производства изделий из стекол, и комплектации механизированных линий из этого оборудования.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-6.1; ПК-6.2; ПК-6.3*

*Знать:*

- типы, принципы работы, особенности конструкции и систем управления основного механического и теплотехнического оборудования стекольного производства;
- технико-экономические характеристики оборудования и основы его эксплуатации в составе технологических линий;
- вспомогательное оборудование стекольных заводов;
- общие положения о проектировании производства;
- основные этапы и принципы проектирования технологических линий производства стеклоизделий, основы компоновочных решений при проектировании технологических линий производства стеклоизделий.

*Уметь:*

- выбирать рациональные и эффективные технологические схемы изготовления стеклоизделий;
- подбирать и проводить компоновку оборудования технологических линий производства стеклоизделий.

*Владеть:*

- методами расчета основных параметров и характеристик технологического оборудования стекольных заводов;
- методами составления производственной программы стекольного производства; методами оценки эффективности работы технологической линии.
- методами подбора и компоновки оборудования технологических линий производства стеклоизделий.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Оборудование для приготовления, хранения, транспортирования и загрузки шихты в стекловаренные печи*

#### **1.1. Оборудование для подготовки сырьевых материалов и приготовления шихты**

Нормативные требования к процессу подготовки сырья стекольной промышленности, кондиционные и некондиционные сырьевые материалы для приготовления стекольной шихты.

Технологические схемы подготовки кварцевых песков, доломитов, полевых шпатов и других природных сырьевых материалов. Основное и вспомогательное оборудование для обработки сырьевых материалов – сушильные барабаны, дробилки, мельницы, классификаторы, транспортные средства и пылеулавливающие устройства.

Требования к стекольной шихте. Сравнительная характеристика и выбор оборудования для приготовления стекольной шихты. Дозаторы с автоматическим управлением. Контейнерные, лопастные, тарельчатые и планетарные смесители шихты. Технологическая схема и компоновка оборудования дозирочно-смесительных линий и отделений производительностью от 50 до 500 и более т/сутки. Стандартное и нестандартное оборудование составных цехов и ДСО стекольных заводов. Циклонные пылеулавливающие устройства, рукавные фильтры и электрофильтры в составных цехах и ДСО. Устройство, принцип действия электрофильтров и оценка степени очистки воздушных сред.

#### **1.2. Оборудование для загрузки шихты и возвратного боя в стекловаренную печь.**

Способы и системы загрузки шихты и боя в стекловаренные печи периодического и непрерывного действия. Требования к возвратному бою и оборудование для его подготовки.

Устройство, принцип действия, расчет технических показателей и эксплуатация основных механических загрузчиков шихты: стальных, винтовых, плунжерных и роторных. Загрузчики-теплообменники для подогрева шихты и боя. Принципы подбора теплоносителей для нагрева шихты. Системы автоматического управления процессами выработки стекломассы и загрузки шихты и боя в печь.

Особенности загрузки шихты и боя в электрические стекловаренные печи. Конструкция и технические характеристики загрузчиков для электропечей.

## *Раздел 2. Оборудование для выработки и формования стекла*

### *2.1. Оборудование для питания стеклоформирующих машин.*

Способы питания стекломассой машин непрерывного и дискретного формования стеклоизделий. Питание стекломассой машин с отделенной зоной формования в производстве листового и профильного стекла, стеклянных труб: системы ВВС лодочные и безлодочные, ГВТ, флоат-установки, прокатные машины. Механические капельные и струйные питатели. Ковшовой, шаровой и вакуумный питатели. Устройство питателей, их классификация и температурные режимы работы. Синхронизация работы питателя и стеклоформирующей машины.

*2.2. Теоретические основы формования стеклоизделий. Классификация и характеристика современных способов формования стекла и стеклоизделий.*

Особенности теплообмена бесцветных и окрашенных стекломасс с формирующими устройствами в температурном интервале формования. Тепловые режимы циклических и непрерывных процессов формования. Основные технологические параметры, характеризующие режим формования. Изотермическое и высокотемпературное формование стеклоизделий. Связь производительности стеклоформирующих машин с технологическими параметрами вырабатываемых изделий.

*2.3. Оборудование систем лодочного (ВВС) и безлодочного (БВВС) вертикального вытягивания стекла. Машины систем ВВС и БВВС: технологические схемы формования ленты, устройство и оборудование подмашинных камер. Принцип действия, устройство и эксплуатация тянущих машин для лодочного и безлодочного вытягивания листового стекла. Кинематика, устройство привода и регулирующих систем машин ВВС. Сравнительная характеристика тянущих машин. Интенсификация выработки и совершенствование конструкции машин ВВС. Механизмы для отбортовки, подрезки и отломки листов при машинной выработке.*

Классификация и характеристика различных способов и установок для механизированной выработки труб, трубок и стержней. Технологическая схема формования трубы безлодочным вытягиванием, устройство и оборудование подмашинной камеры. Принцип действия, устройство, кинематика привода и регулирующих систем машин типа ВВТ. Интенсификация работы и совершенствование машин ВВТ.

Технологические схемы узлов формования трубок и стержней горизонтальным способом (метод Даннера). Принцип действия машин, их устройство, техническая характеристика, эксплуатация и автоматизация работы. Совершенствование конструкции и повышение производительности конвейерных тянущих машин.

*2.4. Оборудование для производства прокатного стекла. Разновидности прокатных машин, их назначение и сравнительная оценка. Устройство, характеристика и эксплуатация стальных машин и установок периодического проката листового стекла. Валковые машины непрерывного проката стекла – принцип действия, устройство, режим работы. Характеристика конструкции и эксплуатация валковых машин непрерывного проката стекла: листового, узорчатого, армированного, профилированного и коврово-мозаичного. Машины ПЛ-1-16-, НП-1001, ПГ-4, ЛУАС-1, ППС-500. Компоновка и техническая характеристика оборудования в линиях непрерывного проката. Совершенствование конструкций и систем управления прокатных машин. Расчет производительности, мощности привода и прочности основных элементов конструкций прокатной машины.*

*2.5. Оборудование для формования листового стекла флоат-способом. Краткая характеристика стекловаренных печей для производства листового стекла флоат-методом. Организация подвода стекломассы во флоат-ванну. Устройство, основные конструктивные элементы, характеристика ванны с расплавом металла. Особенности оборудования для*

формования тонкого и утолщенного (более 6.5 мм) листового стекла. Эксплуатация ванны. Перспективы развития флоат-процесса формования листового полированного стекла.

2.6. Принципы формования штучных стеклоизделий. Требования к материалам для изготовления форм и формующих устройств, принципы их конструирования. Основные принципы конструирования форм для производства штучных (3-х мерных) изделий и двухмерных изделий бесконечной сплошности. Конструкции черновых и чистовых форм и особенности их изготовления. Одно- и многоместные формовые комплекты стеклоформующих машин. Пороки стеклоизделий, вызванные термическим и механическим воздействием формы на твердеющую стекломассу.

2.7. Машины для прессования стеклоизделий. Классификация и эксплуатационная оценка прессовых машин. Прессовые автоматы: назначение, технологическая схема работы, устройство, кинематика, техническая характеристика и эксплуатация. Конструкции полуавтоматических и автоматических прессов. Устройство привода прессовых автоматов, синхронизация их работы с питателем стекломассой. Оборудование для центробежного формования, устройство и принцип действия центрифуг.

2.8. Выдувные стеклоформующие машины. Разновидности процессов выдувания. Особенности питания стекломассой выдувных автоматов. Выдувные машины для выработки толстостенных узкогорлых и тонкостенных бесшовных полых стеклоизделий. Классификация и эксплуатационные характеристики выдувных стеклоформующих машин. Выдувные машины для выработки толстостенных узкогорлых изделий (способ двойного выдувания). Автоматы с капельным питанием (фидерные), роторные (Руаран, ВВ 7, ВВ-12), секционные серии 1S и АВ. Технологические схемы работы машин, принцип действия, устройство, конструктивные особенности, взаимодействие и синхронизация их работы с капельным питателем стекломассой. Типы синхронизаторов и их принцип действия. Совершенствование конструкции и повышение производительности оборудования (за счет применения многоместных форм и др.). Проблемы роботизации вспомогательных операций.

Вакуумные выдувные автоматы для выработки тонкостенных бесшовных стеклоизделий (посуды, колб, облегченной тары). Принципиальное устройство карусельных машин с вакуумным питанием, роторных машин (ВС-24), роторных машин с таблеточным питанием (ВР-24) и линейно-конвейерных машин струйно-таблеточного питания (Корнинг). Технологическая схема выдувания, принцип действия, устройство, режим работы, конструктивные особенности выдувных автоматов, оборудование для их питания стекломассой. Особенности эксплуатации выдувных автоматов в составе автоматических линий.

2.9. Прессовывдувные стеклоформующие машины. Принципы и стадии процесса прессовывдувания, его характеристика и использование в машинном производстве полых стеклоизделий (посуды, тары). Разновидности прессовывдувных автоматов: карусельные машины типа ПВМ-12, машины непрерывного вращения (ПВР-12), и конвейерные машины непрерывного вращения (НЛ-6-12). Секционные автоматы (серии 1S, АВ). Назначение, технологическая схема, принцип действия, устройство, режим работы. Устройство силового привода автоматов и синхронизация их работы с питателем стекломассой.

### *Раздел 3. Основы проектирования стекольных заводов (курсовой проект)*

Задание на проектирование предприятия. Одностадийное проектирование по типовым проектам - рабочие проекты и двухстадийное проектирование нетиповых объектов - технические проекты и рабочие чертежи. Сметная часть проекта. Нормы технического проектирования.

Технико-экономическое обоснование проектируемого объекта и обоснование целесообразности его проектирования. Выбор района строительства, исходные данные для проектирования: мощность предприятия, номенклатура и технический уровень продукции, обеспеченность сырьевыми материалами, топливом, электроэнергией и трудовыми ресурсами. Вопросы конкуренции и конкуренты в выбранной сфере производства, определение перспективных потребителей проектируемой продукции и состояние рынка сбыта.



Общие рекомендации по разработке технологической части проекта и ее содержание. Обоснование выбора технологической схемы проектируемого производства и показатели научно-технического уровня технологических проектных решений.

Определение количества отходов на каждой стадии производства различных изделий из стекла. Расчет производственной программы проектируемого предприятия, определение показателей для подбора и расчета всех видов оборудования, определение общих показателей производства.

Проектирование составных цехов (СЦ) и дозировочно-смесительных отделений (ДСО), принципы компоновки оборудования в них. Принципы расчета площади складов, силосов и бункеров для шихты и сырьевых компонентов. Расчет показателей работы и принципы подбора механического и теплотехнического оборудования в ДСО и СЦ.

Проектирование машинованных цехов (МВЦ). Принципы выбора вида стекловаренной печи и ее габаритных размеров, исходя из производительности и вида вырабатываемой продукции. Подбор оборудования для работы стекловаренной печи. Принципы выбора вида оборудования для выработки и формования различных изделий из стекла и ситаллов.

Подбор оборудования для формования, отжига, обработки и контроля качества стеклоизделий, принципы расчета параметров их работы и комплектования в единую линию.

Графическая часть проекта. Требования ЕСКД к содержанию, компоновке и оформлению графических работ проекта. Стандарты РФ на проектирование промышленных объектов.

#### 4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			7		8	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>7</b>	<b>252</b>	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<i>Контактная работа – аудиторные занятия:</i>	<i>2,67</i>	<i>96</i>	<i>1,78</i>	<i>64</i>	<i>0,89</i>	<i>32</i>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>32</i>	-	-	<i>0,89</i>	<i>32</i>
Лекции	0,89	32	0,89	32	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	0,89	32	0,89	32
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>32</i>	-	-	<i>0,89</i>	<i>32</i>
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3,33</b>	<b>120</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>	<b>1,11</b>	<b>40</b>
Контактная самостоятельная работа	0,01	0,4	-	-	0,01	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,32	119,6	2,22	80	1,10	39,6
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Курсовой проект</b>	-	-	-	-	+	+
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	-	-
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	1	0,4	-	-
Подготовка к экзамену.		35,6		35,6		
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Курсовой проект</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			7		8	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>7</b>	<b>189</b>	<b>5</b>	<b>135</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,67</b>	<b>72</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>	<b>0,89</b>	<b>24</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<b>0,89</b>	<b>24</b>	-	-	<b>0,89</b>	<b>24</b>
Лекции	0,89	24	0,89	24	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,78	48	0,89	24	0,89	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	0,89	24	-	-	0,89	24
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3,33</b>	<b>90</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>	<b>1,11</b>	<b>30</b>
Контактная самостоятельная работа	0,01	0,3	-	-	0,01	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,32	89,7	2,22	60	1,10	29,7
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Курсовой проект</b>	-	-	-	-	+	+
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	-	-
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3	1	0,3	-	-
Подготовка к экзамену.		26,7		26,7		-
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Курсовой проект</b>	

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Специальные технологии производства вяжущих материалов»**

**1 Цель дисциплины** - углубление знаний, умений, владений и формирование компетенций в области физикохимии и технологии специальных вяжущих материалов, понимания общих закономерностей производства и применения этих материалов для последующей производственно-технологической и научно-исследовательской деятельности в области технологии вяжущих материалов.

**2 Изучение дисциплины направлено на приобретения следующих компетенций и индикаторов их достижения:**

ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3.

*знать:*

- основные виды специальных вяжущих материалов и способы их получения;
- основные требования нормативной документации на сырьевые материалы и готовую продукцию;
- методы оценки качества готовой продукции;

*уметь:*

- применять теоретические знания по химии и технологии специальных вяжущих материалов в своей научно-производственной деятельности;
- проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов.
- устанавливать требования к технологическим процессам с целью снижения материалоемкости, энергоемкости и малоотходных технологий;
- проводить анализ научно-технической литературы;

*владеть:*

- навыками организации и осуществления входного контроля сырья и материалов, используемых в производстве специальных вяжущих веществ;
- навыками ведения технологического процесса производства специальных вяжущих материалов в соответствии с требованиями технологического регламента;
- навыками планирования и проведения научных исследований в области синтеза новых специальных вяжущих материалов.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### *Раздел 1. Технология гипсовых вяжущих материалов*

Классификация гипсовых вяжущих. Виды сырьевых материалов для производства гипсовых вяжущих. Использование сульфатсодержащих отходов (фосфогипса и др.) в производстве гипсовых вяжущих материалов. Особенности технологической подготовки сульфатсодержащих отходов для их последующей переработки в гипсовые вяжущие.

Физико-химические основы процесса дегидратации гипса. Состав продуктов дегидратации, особенности их кристаллического строения. Влияние условий дегидратации гипса на свойства и качество гипсового вяжущего.

Производство строительного и высокопрочного гипса. Технологические схемы производства. Технологические параметры работы аппаратов для дегидратации гипса. Производство ангидритового вяжущего и высокообжигового гипса.

Гидратация и твердение гипсовых вяжущих. Механизм гидратации строительного гипса. Регулирование процессов схватывания и твердения гипсового вяжущего, классификация химических добавок. Механизм гидратации ангидритового вяжущего. Роль активизаторов твердения ангидрита. Свойства гипсовых вяжущих.

Смешанные гипсосодержащие вяжущие. Причины низкой водостойкости и повышенной ползучести гипсовых изделий. Способы повышения водостойкости гипсовых вяжущих. Составы, получение и свойства гипсосодержащих вяжущих. Область применения гипсовых вяжущих.

#### *Раздел 2. Технология известковых и магнезиальных вяжущих материалов*

Виды извести. Классификация и требования к качеству карбонатного сырья для

производства извести. Влияние технологических факторов на процесс обжига и качество извести.

Производство воздушной извести. Характеристика печных агрегатов для производства извести. Влияние качества сырьевых материалов на выбор печного агрегата.

Гидратация и твердение воздушной извести. Механизм взаимодействия извести с водой. Гашение извести в пушонку и тесто. Твердение известковых растворов при обычной температуре. Механизмы гидратационного и карбонатного твердения извести. Твердение известково-песчаных растворов при повышенных температурах. Взаимодействие оксида кальция с кремнеземом в среде насыщенного водяного пара. Механизм гидросиликатного твердения известковых растворов. Область применения воздушной извести.

Разновидности магнезиальных вяжущих материалов. Особенности диссоциации магнезита и доломита. Производство каустического магнезита и каустического доломита. Затворение магнезиальных вяжущих растворами солей. Механизм твердения каустического магнезита и каустического доломита. Свойства и область применения магнезиальных вяжущих веществ.

### *Раздел 3. Специальные цементы*

Тампонажные цементы. Получение, составы, свойства и область применения. Оптимизация состава и свойств.

Алюминатные цементы. Химический и минералогический состав глиноземистого цемента. Получение глиноземистого цемента плавлением и методом спекания. Строение и свойства высокоалюминатного расплава, влияние режима охлаждения на фазовый состав клинкера. Процессы гидратации и твердения глиноземистого цемента. Особенности технологии высокоглиноземистых цементов.

Расширяющиеся и напрягающие цементы. Деформация цементного камня, механизм его расширения и самонапряжения. Виды расширяющихся компонентов, их характеристика, кинетика гидратации. Технология и свойства сульфатированных клинкеров.

### *Раздел 4. Разновидности портландцемента*

Классификация цементов. Разновидности портландцемента. Нормирование специальных свойств цемента.

Высокопрочные и быстротвердеющие цементы. Оптимизация процессов обжига и измельчения клинкера. Модифицирование структуры клинкерных минералов и оптимизация фазового состава клинкера. Влияние добавок, ускоряющих процесс твердения. Особенности технологии особобыстротвердеющих цементов.

Декоративные цементы. Природа цветности клинкерных минералов и цементов. Особенности химического и минералогического составов сырьевых смесей и клинкеров. Производство белого портландцемента, методы отбеливания клинкера.

Многокомпонентные цементы. Классификация добавок для цементов. Влияние активных минеральных добавок на процесс твердения и свойства вяжущих веществ. Составы, свойства и области применения многокомпонентных цементов. Процессы их гидратации и твердения, состав и структура гидратных фаз. Устойчивость многокомпонентных цементов против действия агрессивных сред.

### *Раздел 5. Материалы для сухих строительных смесей*

Основные термины и определения. Классификация сухих строительных смесей.

Материалы для производства сухих строительных смесей (ССС). Общие требования к материалам для производства СССР. Минеральные вяжущие. Использование полимерных вяжущих материалов в составе СССР. Заполнители для СССР. Классификация и свойства песков. Наполнители для производства СССР. Влияние наполнителей на свойства СССР. Природные и синтетические волокнистые наполнители. Природные и искусственные пигменты для СССР.

Функциональные добавки для производства СССР. Модификация строительных растворов добавками. Общие требования к функциональным добавкам. Классификация добавок, добавки первой и второй очереди. Водоредуцирующие добавки – пластификаторы, супер- и гиперпластификаторы: состав, структура, свойства, сравнительные характеристики. Механизм водоредуцирующего действия добавок. Водоудерживающие добавки: состав, структура и

свойства. Механизм водоудержания. Редиспергируемые полимерные порошки: состав, получение, свойства. Влияние редиспергируемых полимерных порошков на свойства строительного раствора. Водоудерживающие и загущающие добавки. Воздухововлекающие добавки–порообразователи. Механизм действия ПАВ при вовлечении воздуха в строительный раствор. Добавки–пеногасители, механизм их действия. Применение пеногасителей в составе ССС при производстве самоуплотняющихся и самовыравнивающихся растворов. Добавки – регуляторы схватывания и ускорители твердения. Противоусадочные добавки. Биокоррозия затвердевших строительных растворов и меры её предотвращения, добавки–биоциды.

#### *Раздел 6. Технология сухих строительных смесей*

Последовательность разработки рецептур сухих смесей. Расчет ориентировочного состава строительного раствора. Оценка проектируемых свойств растворной смеси и затвердевшего строительного раствора. Выбор вяжущего материала, заполнителя, наполнителя и добавок первой очереди. Предварительное испытание свойств ССС. Подбор добавок второй очереди. Выбор окончательной рецептуры ССС. Принципиальная технологическая схема производства ССС. Особенности производства ССС различного назначения.

Свойства ССС, растворных смесей и затвердевших растворов различного назначения. Свойства готовых к употреблению растворных смесей. Свойства затвердевших растворов. Методы испытания ССС. Примерные рецептуры ССС для выполнения плиточных, выравнивающих работ, систем теплоизоляции, устройства наливных полов, гидроизоляционных ССС.

#### **4 Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	Всего		7 семестр		8 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>9</b>	<b>324</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>32</i>	<i>0,44</i>	<i>16</i>	<i>0,44</i>	<i>16</i>
Лекции	1,33	48	0,44	16	0,89	32
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32	0,44	16	0,44	16
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>32</i>	<i>0,44</i>	<i>16</i>	<i>0,44</i>	<i>16</i>
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	0,89	32	0,89	32
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>
Контактная самостоятельная работа	4	0,4	2,21	0,4	1,78	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		143,6		79,6		64
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Зачет с оценкой</b>			+	+	-	-
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>			<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	-	-	1	0,4
Подготовка к экзамену		35,6		-		35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Экзамен</b>	

Виды учебной работы	Всего		7 семестр		8 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>9</b>	<b>243</b>	<b>4</b>	<b>108</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4</b>	<b>108</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>24</i>	<i>0,44</i>	<i>12</i>	<i>0,44</i>	<i>12</i>
Лекции	1,33	36	0,44	12	0,89	24
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	24	0,44	12	0,44	12
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>24</i>	<i>0,44</i>	<i>12</i>	<i>0,44</i>	<i>12</i>
Практические занятия (ПЗ)	1,78	48	0,89	24	0,89	24
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4</b>	<b>108</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>
Контактная самостоятельная работа		0,3		0,3		-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	4	107,7	2,21	59,7	1,78	48
<b>Виды контроля:</b>						
<i>Зачет с оценкой</i>			+	+		
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	-	-	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3	-	-	1	0,3
Подготовка к экзамену		26,7		-		26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Экзамен</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Специальные технологии производства керамики»

**1 Цель дисциплины** – приобретение обучающимися углубленных знаний, необходимых специалистам в области технологии керамики, для последующей производственно-технологической и научно-исследовательской деятельности, для получения продукции заданного качества и технически грамотного ее применения.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3.

*Знать:*

- технологические процессы получения специальных видов керамики; методы теоретического и экспериментального исследования в области синтеза специальных керамических материалов;

- требования стандартов на специальные виды готовой продукции;

- методы оценки качества готовой продукции;

- основы охраны труда, противопожарной техники и защиты окружающей среды при организации и управлении производствами керамических материалов.

*Уметь:*

- применять теоретические знания по химии и технологии специальных керамических материалов при выполнении НИР и выпускной квалификационной работы;

- устанавливать требования к специальным технологическим процессам с целью снижения материалоемкости, энергоемкости и создания малоотходных технологий;

- проводить анализ научно-технической литературы.

*Владеть:*

- знаниями о взаимосвязи состава, структуры, свойств и технологии специальных видов керамических материалов;

- методами организации и осуществления контроля свойств готовой продукции;

- планированием и проведением научных исследований в области синтеза новых специальных керамических материалов;

- способами поиска и анализа научно-технической литературы.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

Раздел 1. Классификация керамики. Химическая технология строительной и хозяйственно-бытовой керамики

1.1. Классификация керамики. Основные виды изделий, изготавливаемых из строительной керамики, огнеупоров, технической керамики, их назначение и применение, технические показатели, применяемые для их характеристики.

1.2. Химическая технология строительной и хозяйственно-бытовой керамики. Отличительные особенности технологии изделий строительной керамики и их классификация. Стеновые материалы и особенности их технологии. Технология дренажных и канализационных труб, фасадных плиток, плиток для полов. Химически стойкая керамика.

1.3. Хозяйственно-бытовая керамика. Изделия из фаянса и фарфора. Санитарно-строительная керамика. Глазурование и декорирование изделий.

Раздел 2. Химические технологии огнеупоров и теплоизоляционных материалов

2.1. Требования к огнеупорным материалам и теплоизоляционным материалам. Классификация, типы и виды огнеупоров, химический и фазовый составы, физико-химические и эксплуатационные свойства.

2.2. Технологические схемы производства, отличительные признаки и особенности технологии огнеупоров.

2.3. Технологические схемы производства, отличительные признаки и особенности технологии керамических теплоизоляционных материалов. Применение огнеупоров и теплоизоляционных материалов в промышленных тепловых агрегатах.

Раздел 3. Химические технологии технической керамики

3.1. Химические технологии технической керамики. Классификация и отличительные особенности технической керамики. Керамика из простых и сложных тугоплавких оксидов. Керамика на основе силикатов и алюмосиликатов.

3.2. Керамика на основе диоксида титана, титаната бария и других соединений с высокой диэлектрической проницаемостью. Керамические конденсаторы, сегнетоэлектрики, пьезокерамика. Ферромагнитная керамика.

3.3. Машиностроительная керамика. Сверхпроводящая керамика. Оптическая керамика. Керамическая броня. Биокерамика.

Раздел 4. Керамика из бескислородных соединений и керамические композиционные материалы. Механическая обработка и металлизация керамики

4.1. Керамика на основе высокотемпературных бескислородных соединений. Керамические композиционные материалы.

4.2. Особенности механической обработки керамики. Металлизация керамики. Вакуум-плотные спаи керамики с металлами.

4.3. Перспективы совершенствования технологии керамики. Переход на наноуровень – дальнейшее развитие технологии керамики. Отказ от технологий, вредных для здоровья людей и окружающей среды. Применение нового оборудования.

#### 4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			7		8	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>9</b>	<b>324</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>32</i>	-	-	<i>0,89</i>	<i>32</i>
Лекции	1,33	48	0,44	16	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	0,89	32	0,89	32
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32	-	-	0,89	32
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>32</i>	-	-	<i>0,89</i>	<i>32</i>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>
Контактная самостоятельная работа	0,01	0,4	0,01	0,4	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,99	143,6	2,66	95,6	1,33	48
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Зачет с оценкой</b>	-	-	+	+	-	-
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	-	-	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	-	-	1	0,4
Подготовка к экзамену		35,6	-	-		35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Экзамен</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			7		8	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>9</b>	<b>243</b>	<b>4</b>	<b>108</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4</b>	<b>108</b>	<b>1,33</b>	<b>36</b>	<b>2,67</b>	<b>72</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>24</i>	-	-	<i>0,89</i>	<i>24</i>
Лекции	1,33	36	0,44	12	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	1,79	48	0,89	24	0,89	24
Лабораторные работы (ЛР)	0,88	24	-	-	0,89	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>24</i>	-	-	<i>0,89</i>	<i>24</i>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4</b>	<b>108</b>	<b>2,67</b>	<b>72</b>	<b>1,33</b>	<b>36</b>
Контактная самостоятельная работа	0,01	0,3	0,01	0,3	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,99	107,7	2,66	71,7	1,33	36
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Зачет с оценкой</b>	-	-	+	+	-	-
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	-	-	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3	-	-	1	0,3
Подготовка к экзамену		26,7	-	-		26,7



Вид итогового контроля:		Зачет с оценкой	Экзамен
-------------------------	--	-----------------	---------

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Специальные технологии стекол и материалов на их основе»**

**1 Цель дисциплины** – углубление знаний, умений, владений и формирование компетенций в области строительных, тарных, сортовых, технических видов стекол, материалов на их основе, стеклоизделий и специальных технологий, используемых при их производстве.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3*

*Знать:*

- классификацию, химические составы, физико-химические и эксплуатационные свойства стекол и стекломатериалов различного назначения;
- теоретические основы, способы и методы получения стекол и стекломатериалов, параметры основных стадий их производства;
- основные направления и перспективы развития технологий стекла и стекломатериалов.

*Уметь:*

- проводить измерения специфических свойств стекол и стекломатериалов;
- использовать нормативные документы по технологиям, качеству и стандартизации стеклоизделий;
- применять теоретические положения к анализу результатов научных и технологических исследований в области стекол и стекломатериалов.

*Владеть:*

- методами экспериментального определения специфических свойств стекол и материалов в соответствии с их функциональным назначением;
- навыками планирования, постановки и проведения эксперимента, изложения и анализа результатов эксперимента при выполнении исследовательской работы;
- методами управления химико-технологическими процессами в производстве крупнотоннажных и специальных видов стекол и стекломатериалов.

**3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Технология крупнотоннажных видов стекол*

1.1. Листовое стекло. Характеристика, ассортимент, химический состав, технологические и эксплуатационные свойства листовых стекол. Технологическая схема производства, состав технологических линий, характеристика основных технологических стадий. Типы стекловаренных печей для производства листового стекла, их конструктивные особенности и технико-экономические показатели.

Теоретические основы и технология формирования листового стекла через лодочку (ВВС – вертикальное вытягивание стекла), со свободной поверхности стекломассы (БВВС – безлодочное вертикальное вытягивание стекла), на расплаве металла («флоат»-метод). Сравнительная характеристика различных методов формирования по качеству стекла и технико-экономическим показателям.

Технологические параметры и оборудование для отжига листового стекла. Резка, контроль качества, упаковка листового стекла.

Области применения листового стекла. Листовое стекло как основа получения свето- и теплозащитных стекол, стемалита, моллированных, зеркальных, безопасных и других видов стекла.

1.2. Архитектурно-строительное стекло. Виды, характеристика, ассортимент архитектурно-строительного стекла. Армированное и узорчатое стекло, коврово-мозаичная плитка, стеклоблоки, марблит – назначение, химический состав, свойства. Технологические

схемы, состав технологических линий, технологические параметры стекловарения, формования, отжига.

1.3. Стекланные трубы. Классификация, назначение, химические составы стекол, свойства. Технологическая схема производства, состав технологических линий. Методы горизонтального и вертикального вытягивания труб и дров. Технологические параметры производства, технико-экономические показатели.

1.4. Стекланная тара. Виды, назначение, ассортимент стекланной тары. Требования, предъявляемые к стеклотаре, химические составы, свойства стекол. Технологическая схема, состав технологических линий, технологические режимы и технико-экономические параметры производства. Контроль качества стеклотары. Методы упрочнения и повышения эксплуатационной надежности стеклотары.

1.5. Сортовое стекло. Ассортимент изделий, химические составы сортового стекла. Методы обесцвечивания и окрашивания стекла. Технологическая схема, состав технологических линий, технологические режимы производства изделий. Методы формования сортовых изделий различной формы. Механическая и химическая обработка, огневая полировка. Декорирование сортового стекла.

## *Раздел 2. Технология технических видов стекол*

2.1. Кварцевое стекло. Классификация, типы и марки кварцевого стекла, области применения. Современные представления о строении кварцевого стекла. Технологические и эксплуатационные свойства, влияние примесей на свойства кварцевого стекла. Сырьевые материалы для получения кварцевого стекла разных типов.

Технология непрозрачного кварцевого стекла. Электротермический метод наплавления заготовок. Формование изделий и их обработка.

Технология прозрачного и особо чистого кварцевого стекла. Методы наплавления заготовок: электротермические, газопламенный, парофазный и плазмохимический синтез. Формование изделий.

Принцип получения кварцоидного стекла (викор) и его практическая реализация.

2.2. Оптическое стекло. Классификация, номенклатура, области применения. Химические составы оптических стекол. Нетрадиционные составы стекол с уникальными оптическими постоянными. Показатели качества оптического стекла. Методы корректировки оптических постоянных.

Сырьевые материалы для оптического стекловарения. Технологическая схема, состав технологических линий, особенности технологических стадий производства (стекловарение, формование, отжиг, разделка «сырого» стекла). Теоретические основы и практическая реализация тонкого отжига оптического стекла.

2.3. Химико-лабораторное и термометрическое стекло. Классификация, требования, ведущие свойства химико-лабораторных стекол. Химические составы стекол (натрийкальцийсиликатные, боросиликатные типа «пирекс», алюмосиликатные), роль отдельных компонентов в достижении заданных свойств. Технологическая схема, состав технологических линий, особенности технологических стадий производства.

Термометрические стекла – специфические требования, составы. Технологическая схема производства, характеристика основных технологических стадий изготовления термометров. Назначение и технологические режимы старения термометров.

2.4. Медицинское стекло. Типы и химические составы медицинских стекол. Специфические методы контроля химической стойкости стекол. Технологические схемы производства различных изделий из медицинского стекла (медицинская тара, ампулы, шприцы).

2.5. Светотехническое стекло. Классификация, назначение, области применения. Светотехнические характеристики стекол и предъявляемые к ним требования. Химические составы цветных, глушенных, увиолевых и других типов светотехнических стекол. Особенности и технологические режимы производства светотехнических изделий.

2.6. Электровакуумное стекло и спаи. Назначение, классификация, номенклатура электровакуумных стекол. Требования, предъявляемые к электровакуумным стеклам в связи с условиями их обработки и эксплуатации. Специфические вакуумные свойства

(газопроницаемость, газоотделение, устойчивость к парам щелочных металлов и к электролизу). Химические составы электровакуумных стекол. Технологические схемы и параметры производства электровакуумных изделий.

Назначение, виды, требования, конструкции спаев. Краткая характеристика материалов для спаивания. Напряжения в спаях, согласованные и несогласованные спаи. Переходные стекла. Стеклоприпой, стекло- и ситаллоцементы. Методы спаивания.

2.7. Жидкие и растворимые стекла. Понятие силикатного модуля. Определение и классификация жидких и растворимых стекол. Основные параметры, требования к составам, ассортимент жидких и растворимых стекол, области применения.

Технология жидкого стекла. Двухстадийный способ – технологические режимы и параметры получения и растворения «силикат-глыбы», основное технологическое оборудование. Одностадийный способ – сырьевые материалы, технологические параметры производства. Сравнительная характеристика методов получения жидкого стекла.

### *Раздел 3. Технология художественного стекла*

3.1. Художественное стекло – основные виды изделий, классификация по способу производства. Требования к химическому составу стекол в зависимости от вида изделия и способа его формования. Особенности варки хрустальных стекол. Современные приемы технологии изделий из хрусталя.

3.2. Ручное производство стеклянных изделий. Оборудование участка ручного формования. Основные приемы изготовления тонкостенных и толстостенных полых изделий разного типа методами свободного выдувания. Виды форм для ручного изготовления изделий, требования к ним.

3.3. Горячее декорирование и холодная обработка изделий из сортового и хрустального стекла. Классификация, краткая характеристика способов, требования к стеклам. Основные приемы и оборудование для декорирования изделий разного типа.

3.4 Витраж и мозаика. Современная классификация витражных изделий. Химические составы и способы производства прозрачных и глушеных витражных стекол. Материалы, оборудование и способы изготовления классического паечного витража, витража в технике Тиффани, заливного лакового витража и пленочного витража. Мозаика в современном интерьере и наружном оформлении зданий и сооружений. Химические составы и способы изготовления мозаичных стекол, виды стеклянных заготовок для изготовления мозаики. Характеристика связующих, используемых для изготовления мозаики. Прямой и обратный набор мозаичных композиций.

### *Раздел 4. Технология промышленной переработки стекла и стеклоизделий*

4.1. Механическая обработка стекла. Виды механической обработки, механизм абразивного разрушения стекла и ситаллов. Режимы работы абразивного инструмента. Абразивные материалы и связки абразивных инструментов. Механическое полирование стекол и ситаллов. Полировальные порошки и полировальники.

4.2. Резка листового стекла. Основы резки стекла твердосплавными роликами. Механизм образования бороздки и трещины в стекле. Влияние внутренних напряжений в стекле на его резку. Оборудование для резки листового стекла твердосплавными роликами. Особенности водоструйной и гидроабразивной резки. Лазерная резка стекла методами термоиспарения и термораскалывания. Резка стекла при помощи алмазных отрезных кругов.

4.3. Моллирование стекла. Виды изделий, получаемых при помощи моллирования. Создание художественных изделий и гнутого стекла. Технологическая схема получения гнутого стекла. Особенности оборудования, используемого для получения стеклоизделий методом моллирования.

4.4. Упрочнение стекла. Способы упрочнения стекла. Упрочнение стекла травлением поверхности, нанесением покрытий, газотермической обработкой. Низкотемпературный и высокотемпературный ионный обмен. Термическое упрочнение стекла (закалка). Особенности структуры закаленного стекла. Технологическая схема получения закаленного стекла. Машинолинии для получения закаленных изделий из стекла.

4.5. Производство многослойного стекла. Триплекс и технологии его получения. Особенности получения гнутого триплекса. Технологическая схема получения триплекса. Оборудование, используемое для получения триплекса. Виды пулестойких стекол и их свойства. Контроль качества пулестойких стекол.

Производство стеклопакетов. Виды и конструкции стеклопакетов. Технологическая схема получения стеклопакетов. Вакуумные стеклопакеты.

4.6. Спекание стекол. Виды изделий, получаемых методом спекания. Вязкостные параметры процесса спекания стекол. Стадии процесса спекания. Особенности спекания кристаллизующихся стекол. Получение спеченных стекловидных и стеклокристаллических материалов.

#### *Раздел 5. Технология материалов на основе стекла*

5.1. Пеностекло – классификация, структура, физико-химические и эксплуатационные свойства. Теплоизоляционное и звукоизоляционное пеностекло. Виды изделий из пеностекла – блочное и гранулированное, пеногравий. Холодные и горячие способы получения пеностекла. Особенности образования пеноструктуры у стекла при порошковом способе его производства. Виды пенообразователей и механизмы их действия. Технологические схемы и оборудование для получения различных видов изделий из пеностекла.

5.2. Стекловолоконное строительно-техническое назначения. Классификация, характеристика, назначение стеклянных волокон. Химические составы стекловолокон. Свойства стекловолокон – механические, электрические, химические, теплоизоляционные; влияние на них различных факторов.

Двухстадийный и одностадийный методы формования непрерывного стекловолокна – технологические схемы, состав технологических линий, технологические параметры производства, сравнительная характеристика методов.

Химические составы и требования к технологическим свойствам стекол для получения штапельного стекловолокна. Классификация методов формования, схемы установок. Сравнительная характеристика методов, технико-экономические показатели.

Высокотемпературоустойчивые и специальные волокна (кварцевое, кремнеземистое, высокомодульное, полое, профилированное), способы их получения, области применения.

Стеклопластики – основные виды, свойства, области применения.

5.3. Стеклоэмали и покрытия. Классификация и характеристика основных типов покрытий на основе стекла. Грунтовые и покровные эмали по черным металлам. Технологические свойства эмалей: вязкость и плавкость, поверхностное натяжение, температурный коэффициент линейного расширения. Термические напряжения в композиции «металл – эмаль». Методы определения технологических свойств эмалей.

Теоретические основы эмалирования. Физико-химические процессы и явления на поверхности металла при обжиге покрытия. Активаторы сцепления и механизм их действия. Обобщенные условия достижения прочного сцепления эмали с металлом. Методы определения прочности сцепления «покрытие – металл».

Технология эмалирования. Технологическая схема и характеристика основных технологических стадий эмалирования. Оборудование и технологические режимы подготовки поверхности металла, варки эмалей, грануляции, помола, нанесения, обжига эмалей. Двухобжиговые и однообжиговые покрытия. Одно-, двух- и многослойные покрытия.

5.4. Основы технологии стеклокристаллических материалов. Общие положения теории катализированной кристаллизации стекла как научной основы получения стеклокристаллических материалов (СКМ). Катализаторы кристаллизации. Теоретическое обоснование двухступенчатого режима термообработки стекол для получения СКМ.

Классификация, характеристика основных типов СКМ. Химический и фазовый состав, структура, ведущие свойства ситаллов и шлакоситаллов.

Стекольная и керамическая технологии СКМ – технологические схемы, основные технологические стадии и режимы. Сравнительная характеристика стекольной и керамической технологий. Области применения СКМ.

#### 4 Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	Всего		7 семестр		8 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>9</b>	<b>324</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>32</i>	<i>0,44</i>	<i>16</i>	<i>0,44</i>	<i>16</i>
Лекции	1,33	48	0,44	16	0,89	32
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32	0,44	16	0,44	16
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>32</i>	<i>0,44</i>	<i>16</i>	<i>0,44</i>	<i>16</i>
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	0,89	32	0,89	32
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>
Контактная самостоятельная работа		0,4		0,4		-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	4	143,6	2,21	79,6	1,78	64
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Зачет с оценкой</b>			+	+	-	-
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>			<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4		-	1	0,4
Подготовка к экзамену		35,6	-	-		35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Экзамен</b>	

Виды учебной работы	Всего		7 семестр		8 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>9</b>	<b>243</b>	<b>4</b>	<b>108</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4</b>	<b>108</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>24</i>	<i>0,44</i>	<i>12</i>	<i>0,44</i>	<i>12</i>
Лекции	1,33	36	0,44	12	0,89	24
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	24	0,44	12	0,44	12
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>24</i>	<i>0,44</i>	<i>12</i>	<i>0,44</i>	<i>12</i>
Практические занятия (ПЗ)	1,78	48	0,89	24	0,89	24
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4</b>	<b>108</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>
Контактная самостоятельная работа		0,3		0,3		-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	4	107,7	2,21	59,7	1,78	48
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Зачет с оценкой</b>			+	+		
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	-	-	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3	-	-	1	0,3
Подготовка к экзамену		26,7		-		26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Экзамен</b>	

## Практика

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Учебная практика: ознакомительная практика»

**1 Цель практики** – получение студентами общих представлений об основных видах тугоплавких неметаллических и силикатных материалов (ТНСМ), знакомство с работой предприятий и технологических линий по изготовлению изделий из этих материалов, а также получение первичных профессиональных умений и навыков путем самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой практики.

**2 Изучение дисциплины направлено на приобретения следующих компетенций и индикаторов их достижения:**

ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-1.4; ОПК-1.5; ОПК-1.6; ОПК-1.7; ОПК-1.8; ОПК-1.9; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.4; ОПК-2.5; ОПК-2.6; ОПК-2.7; ОПК-2.8; ОПК-2.9; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ОПК-3.4; ОПК-3.5; ОПК-3.6; ОПК-3.7; ОПК-3.8; ОПК-3.9; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-4.4; ОПК-4.5; ОПК-4.6; ОПК-4.7; ОПК-4.8; ОПК-4.9; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-5.4; ОПК-5.5; ОПК-5.6; ОПК-1.10; ОПК-1.11; ОПК-2.10; ОПК-2.11; ОПК-3.10; ОПК-3.11; ОПК-3.12; ОПК-3.13; ОПК-3.14; ОПК-3.15; ОПК-3.16; ОПК-3.17; ОПК-3.18; ОПК-4.10; ОПК-4.11; ОПК-4.12; ОПК-4.13; ОПК-4.14; ОПК-4.15; ОПК-4.16; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3

– **знать:**

- основные виды ТНСМ и изделий на их основе;
- основные способы и технологические параметры производства ТНСМ и изделий на их основе;

**уметь:**

- определять вид и назначение ТНСМ и изделий на их основе;
- использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности;

**владеть:**

- комплексом первоначальных знаний и представлений об организации производства ТНСМ и изделий на их основе;
- навыками изложения полученных знаний в виде отчета о прохождении практики, описания исходных материалов, технологической схемы производства, контроля качества готовой продукции;
- навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронным ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам ТНСМ.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Ознакомление с технологией производства и структурой предприятия по производству ТНСМ**

Ознакомление с историей производства силикатных материалов и изделий на их основе, природными материалами, используемыми для этих целей. Ознакомление с основными технологическими стадиями и способами производства ТНСМ, свойствами изделий и областями их применения.

Общая характеристика предприятия. Номенклатура и объемы выпускаемой продукции. Метод производства. Принципиальная технологическая схема производства продукции. Структура предприятия, основные производственные цеха и отделения.

#### **Раздел 2. Изучение основных технологических процессов, параметров и методов их регулирования на конкретном предприятии по производству ТНСМ.**

Основные производственные процессы в соответствии с технологической схемой предприятия. Основные параметры производственных процессов и работы технологического оборудования. Методы контроля и управления технологическими процессами. Контроль качества готовой продукции.

### Раздел 3. Систематизация материала, подготовка отчета.

Обобщение и систематизация данных по структуре, технологии производства, применяемому оборудованию, выпускаемой предприятием продукции, методам и формам контроля продукции. Поиск и сбор недостающих данных.

Ознакомление с перспективными научными разработками в области создания и применения ТНСМ. Посещение научных лабораторий кафедр и знакомство с организацией работы в исследовательской лаборатории.

Подготовка и написание отчета.

#### 4 Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад.ч.	Астр.ч.
<b>Общая трудоемкость практики</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки:</i>	<i>3</i>	<i>108</i>	<i>81</i>
Контактная самостоятельная работа	3	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		107,6	80,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

#### Аннотация рабочей программы практики

##### «Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика»

**1 Цель дисциплины** – практическое ознакомление и изучение процессов производства основных видов ТНСМ, структуры предприятий, основного технологического оборудования.

**2 Изучение дисциплины направлено на приобретения следующих компетенций и индикаторов их достижения:**

УК-3.1; УК-3.2; УК-3.3; УК-3.4; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-6.1; ПК-6.2; ПК-6.3.

*Знать:*

- технологические процессы, принципиальную технологическую схему производства и основное технологическое оборудование, используемое в производстве ТНСМ;
- организационную структуру предприятий по производству ТНСМ;
- основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса, исходного сырья и качества продукции;
- основные нормативные документы по стандартизации и сертификации продукции предприятий по производству ТНСМ;
- правила техники безопасности, экологии и производственной санитарии;

*Уметь:*

- принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения;
- использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности

*Владеть:*

- способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса;
- способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом.

#### 3 Краткое содержание дисциплины

**Раздел 1. Ознакомление с технологией производства и структурой предприятия по производству ТНСМ**

Общая характеристика предприятия. Номенклатура и объемы выпускаемой продукции. Способ производства. Принципиальная технологическая схема производства продукции. Структура предприятия, основные производственные цеха и отделения. Характеристики основного оборудования.

**Раздел 2. Изучение основных технологических процессов, параметров и методов их регулирования на конкретном предприятии по производству ТНСМ. Выполнение индивидуального задания**

Основные производственные процессы в соответствии с технологической схемой предприятия. Основные параметры производственных процессов и работы технологического оборудования. Методы контроля и управления технологическими процессами. Контроль качества готовой продукции.

Выполнение индивидуального задания.

**Раздел 3. Систематизация материала, подготовка отчета**

Обобщение и систематизация данных по структуре, технологии производства, применяемому оборудованию, выпускаемой предприятием продукции, методам и формам контроля продукции. Поиск и сбор недостающих данных. Подготовка и написание отчета. Подготовка и написание отчета по выполнению индивидуального задания.

**4 Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад.ч.	Астр.ч.
<b>Общая трудоемкость практики</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки:</i>	<i>3</i>	<i>108</i>	<i>81</i>
Контактная самостоятельная работа	3	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		107,6	80,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

**Аннотация рабочей программы практики**

**«Производственная практика: научно-исследовательская работа»**

**1 Цель практики** – формирование универсальных и профессиональных компетенций и приобретение навыков в области тугоплавких неметаллических и силикатных материалов посредством планирования и осуществления экспериментальной деятельности.

**2 Изучение дисциплины направлено на приобретения следующих компетенций и индикаторов их достижения:**

УК-1.1, УК-1.4, УК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3.

**знать:**

- порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области;
- теоретические основы синтеза тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и применять эти знания на практике;
- основные требования к представлению результатов проведенного исследования в виде научного отчета, статьи или доклада;

**уметь:**

- самостоятельно выявлять перспективные направления научных исследований, обосновывать актуальность, теоретическую и практическую значимость проблемы, проводить экспериментальные исследования, анализировать и интерпретировать полученные результаты;
- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;
- работать на современных приборах, организовывать проведение экспериментов и



испытаний, проводить их обработку и анализировать результаты;

**владеть:**

- методологией и методикой проведения научных исследований; навыками самостоятельной научной и исследовательской работы;
- способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ;
- навыками критического анализа научно-технической литературы, разработки и формулирования собственных методологических подходов к решению научных проблем.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Выполнение и представление результатов научных исследований**

##### **1.1 Выполнение научных исследований.**

Составление программы исследования. Структура и содержание основных разделов отчета о научно-исследовательской работе.

Формулирование целей и задач исследования; составление аналитического обзора по теме исследования; выбор эффективных методов и методик достижения желаемых результатов исследования.

Проведение соответствующих экспериментов для получения практических результатов; анализ, интерпретация и обобщение результатов исследования; формулировка выводов; написание отчета.

##### **1.2 Подготовка научного доклада и презентации.**

#### **4 Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч	Астр. ч
<b>Общая трудоемкость практики</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>	<b>72</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки:</i>	<i>2,67</i>	<i>96</i>	<i>72</i>
Практические занятия (ПЗ)	2,67	96	72
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>2,67</i>	<i>96</i>	<i>72</i>
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>3,33</b>	<b>120</b>	<b>90</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки:</i>	<i>3,33</i>	<i>120</i>	<i>90</i>
Контактная самостоятельная работа	3,33	0,4	0,3
Обработка результатов и составление отчета		119,6	89,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

### **Аннотация рабочей программы практики «Производственная практика: преддипломная практика»**

**1 Цель дисциплины** - выполнение выпускной квалификационной работы.

**2 Изучение дисциплины направлено на приобретения следующих компетенций и индикаторов их достижения:**

ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3

*Знать:*

- принципы и методы выполнения экспериментов и испытаний по теме выпускной квалификационной работы;
- принципы проектирования предприятий, технологических линий по производству ТНСМ, размещение, функционирование и обслуживание основного технологического оборудования;
- принципы управления основными технологическими процессами промышленного производства;

- организацию и проведение входного, операционного контроля, контроля качества готовой продукции;

*Уметь:*

- выполнять поиск, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, осуществлять выбор методик и средств решения задач, поставленных программой практики и темой выпускной квалификационной работы;
- выполнять основные технологические расчеты при производстве ТНСМ;
- выполнять обработку и анализ результатов экспериментов и испытаний;
- осуществлять контроль технологической дисциплины при производстве ТНСМ;
- анализировать возникающие в производственной и научно-исследовательской деятельности затруднения и искать пути их разрешения;

*Владеть:*

– способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технологии производства ТНСМ с учетом экологических последствий их применения;

– способностью к использованию полученных теоретических и практических знаний в области химии и технологии для решения задач профессиональной деятельности.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

Раздел 1. Введение: цели и задачи преддипломной практики

Цели и задачи преддипломной практики. Составление и согласование плана выполнения выпускной квалификационной работы, контрольных точек, вида и объема представляемого к каждой контрольной точке материала. Организационно-методические мероприятия. Инструктажи на рабочем месте, по электробезопасности и противопожарной безопасности.

Раздел 2. Выполнение выпускной квалификационной работы

Сбор научно-технической информации по теме выпускной квалификационной работы. Отработка методик и выполнение экспериментальных исследований.

Обоснование общей концепции линии по производству ТНСМ. Подбор и согласование производительности основного и вспомогательного технологического оборудования. Выполнение основных технологических расчетов. Описание работы технологической линии производства ТНСМ.

Сбор, обработка и систематизация материала. Оформление отчета по преддипломной практике.

### **4 Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад.ч.	Астр.ч.
<b>Общая трудоемкость практики</b>	<b>9</b>	<b>324</b>	<b>243</b>
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>9</b>	<b>324</b>	<b>243</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки:</i>	<i>9</i>	<i>324</i>	<i>243</i>
Контактная самостоятельная работа	9	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов практики		323,6	242,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

### **5.5. Государственная итоговая аттестация: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы**

**1 Цель государственной итоговой аттестации: подготовки к процедуре защиты и защиты выпускной квалификационной работы** – выявление уровня теоретической и практической подготовленности выпускника вуза к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология.

**2** В результате прохождения государственной итоговой аттестации: подготовки к процедуре защиты и защиты выпускной квалификационной работы у студента проверяется сформированность следующих компетенций, а также следующих знаний, умений и навыков, позволяющих оценить степень готовности обучающихся к дальнейшей профессиональной деятельности.

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать следующими компетенциями:

УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3; УК-2.4; УК-2.5; УК-2.6; УК-2.7; УК-2.8; УК-2.9; УК-3.1; УК-3.2; УК-3.3; УК-3.4; УК-3.6; УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; УК-4.4; УК-4.5; УК-4.6; УК-4.7; УК-4.8; УК-4.9; УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3; УК-5.4; УК-5.5; УК-5.6; УК-5.7; УК-5.8; УК-5.9; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5; УК-6.6; УК-7.1; УК-7.2; УК-7.3; УК-7.4; УК-8.1; УК-8.2; УК-8.3; УК-8.4; УК-8.5; УК-8.6; УК-8.7; УК-8.8; УК-8.9; УК-9.1; УК-9.2; УК-9.3; УК-10.1; УК-10.2; УК-10.3; УК-11.1; УК-11.2; УК-11.3; УК-2.10; УК-5.10; УК-5.11; УК-5.12; УК-5.13; УК-5.14; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-1.4; ОПК-1.5; ОПК-1.6; ОПК-1.7; ОПК-1.8; ОПК-1.9; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.4; ОПК-2.5; ОПК-2.6; ОПК-2.7; ОПК-2.8; ОПК-2.9; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ОПК-3.4; ОПК-3.5; ОПК-3.6; ОПК-3.7; ОПК-3.8; ОПК-3.9; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-4.4; ОПК-4.5; ОПК-4.6; ОПК-4.7; ОПК-4.8; ОПК-4.9; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-5.4; ОПК-5.5; ОПК-5.6; ОПК-1.10; ОПК-1.11; ОПК-2.10; ОПК-2.11; ОПК-3.10; ОПК-3.11; ОПК-3.12; ОПК-3.13; ОПК-3.14; ОПК-3.15; ОПК-3.16; ОПК-3.17; ОПК-3.18; ОПК-4.10; ОПК-4.11; ОПК-4.12; ОПК-4.13; ОПК-4.14; ОПК-4.15; ОПК-4.16; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3; ПК-6.1; ПК-6.2; ПК-6.3; УК-3.5

**знать:**

- порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области;
- физико-химические основы синтеза тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и применять эти знания на практике;
- основные требования к представлению результатов проведенного исследования в виде научного отчета, статьи или доклада;

**уметь:**

- самостоятельно выявлять перспективные направления научных исследований, обосновывать актуальность, теоретическую и практическую значимость проблемы, проводить экспериментальные исследования, анализировать и интерпретировать полученные результаты;
- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по теме выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;
- работать на современных приборах, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать результаты;

**владеть:**

- методологией и методикой проведения научных исследований; навыками самостоятельной научной и исследовательской работы;
- навыками работы в коллективе, планировать и организовывать коллективные научные исследования; овладевать современными методами исследования и анализа поставленных проблем;
- способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ.

**3 Краткое содержание государственной итоговой аттестации: подготовки к процедуре защиты и защиты выпускной квалификационной работы (или другое расширение из соответствующего ФГОС ВО)**

Государственная итоговая аттестация: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (или другое расширение из соответствующего ФГОС ВО) проходит в семестре на базе знаний, умений и навыков, полученных студентами при изучении дисциплин направления **18.03.01 Химическая технология** и прохождения практик.

Государственная итоговая аттестация: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (или другое расширение из соответствующего ФГОС ВО) проводится государственной экзаменационной комиссией.

Контроль уровня сформированности компетенций обучающихся, приобретенных при освоении ООП, осуществляется путем проведения защиты выпускной квалификационной работы (ВКР) и присвоения квалификации «бакалавр».

**4 Объем государственной итоговой аттестации: подготовки к процедуре защиты и защиты выпускной квалификационной работы (или другое расширение из соответствующего ФГОС ВО)**

Программа относится к обязательной части учебного плана, к блоку 3 «Государственная итоговая аттестация» и рассчитана на сосредоточенное прохождение в 8 семестре (4 курс) обучения в объеме 216 ч (6 ЗЕТ). Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химической технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.

Виды учебной работы	Зач. ед.	Акад. час.	Астрон. час.
<b>Общая трудоемкость ГИА по учебному плану</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	-	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>162</b>
Контактная работа – итоговая аттестация	6	0,67	0,5
Выполнение, написание и оформление ВКР		215,33	161,5
<b>Вид контроля:</b>	<b>Защита ВКР</b>		

### Факультативы

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Перевод научно-технической литературы»

**1. Цель дисциплины** — приобретение обучающимися общей, коммуникативной и профессиональной компетенций, уровень которых на отдельных этапах языковой подготовки позволяет выполнять различные виды профессионально ориентированного перевода в производственной и научной деятельности.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-4.2; УК-4.3; УК-4.4; УК-4.5; УК-4.6; УК-4.9

*Знать:*

– основные способы достижения эквивалентности в переводе;

– основные приемы перевода;

– языковую норму и основные функции языка как системы;

– достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий;

*уметь:*

– применять основные приемы перевода;

– осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм;

– оформлять текст перевода в компьютерном текстовом редакторе;

– осуществлять перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм текста перевода и темпоральных характеристик исходного текста;

*владеть:*

– методикой предпереводческого анализа текста, способствующей точному восприятию исходного высказывания;

– методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной, специальной литературе и компьютерных сетях;

– основами системы сокращенной переводческой записи при выполнении перевода;

– основной иноязычной терминологией специальности;

– основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Основные лексические и стилистические закономерности перевода научно-технической литературы**

1.1 Лексические закономерности научно-технического перевода. Смысловый анализ научно-технического текста и его сегментация. Стилистические особенности научно-технических текстов. Преодоление трудностей, связанных с расхождением синтаксических структур иностранного и русского технических текстов.

1.2 Сравнение порядка слов в английском и русском предложениях. Перевод слов, установление значения слова. Перевод свободных и фразеологических словосочетаний. Перевод заголовков текстов и статей

1.3 Сокращения. Особенности их перевода. Развитие навыков перевода на примере текстов по теме «Химическая лаборатория» «Измерения в химии».

1.4. Лексические трансформации при переводе текстов по тематике химии и химической технологии.

#### **Раздел 2. Основные грамматические особенности перевода.**

2.1. Особенности перевода предложений во временах Indefinite, Continuous., Perfect, Perfect Continuous на примере перевода текстов по тематике химической технологии Перевод придаточных предложений.

2.2. Методы и приемы перевода страдательного залога на примере перевода текстов по теме "Технологии будущего".

2.3. Типы условных предложений, правила и особенности их перевода. Практика перевода условных предложений на примерах текстов по различным разделам химии и химической технологии.

2.4. Модальные глаголы и особенности их перевода на примере перевода текстов «Технология», «Промышленное оборудование»

#### **Раздел 3. Особенности перевода предложений с неличными формами глагола**

3.1 Инфинитив (неопределенная форма глагола). Роль инфинитива в предложении и варианты перевода на русский язык. Причастия и герундий. Варианты перевода на русский язык.

3.2 Инфинитивные обороты. Оборот дополнение с инфинитивом. Оборот подлежащее с инфинитивом. Различные варианты перевода.

3.3 Перевод причастных оборотов. Абсолютный причастный оборот и варианты перевода. Развитие навыков перевода в сфере химии и химической технологии.

#### **Раздел 4. Особенности реферативного перевода**

4.1. Алгоритм предпереводческой работы с научно-техническим текстом по химико-технологической тематике.

4.2. Алгоритм составления реферата по химико-технологической тематике (аннотации)

4.3. Алгоритм работы по реферативному переводу по химико-технологической тематике.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			5 семестр		6 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>4,0</b>	<b>144,0</b>	<b>2,0</b>	<b>72,0</b>	<b>2,0</b>	<b>72,0</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,8</b>	<b>64,4</b>	<b>0,9</b>	<b>32,0</b>	<b>0,9</b>	<b>32,0</b>
Практические занятия (ПЗ)	1,8	64,0	0,9	32,0	0,9	32,0
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,2</b>	<b>80,0</b>	<b>1,1</b>	<b>40,0</b>	<b>1,1</b>	<b>40,0</b>
Контактная самостоятельная работа	2,2	0,4	1,1	0,2	1,1	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		79,6		39,8		39,8
<b>Вид итогового контроля</b>			<b>Зачет</b>		<b>Зачет</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			5 семестр		6 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>4</b>	<b>108</b>	<b>2</b>	<b>54,0</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,8</b>	<b>48,3</b>	<b>0,9</b>	<b>24</b>	<b>0,9</b>	<b>24</b>
Практические занятия (ПЗ)	1,8	48	0,9	24	0,9	24
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,2</b>	<b>60,0</b>	<b>1,1</b>	<b>30,0</b>	<b>1,1</b>	<b>30,0</b>
Контактная самостоятельная работа	2,2	0,3	1,1	0,15	1,1	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,7		29,85		29,85
<b>Вид итогового контроля</b>			<b>Зачет</b>		<b>Зачет</b>	

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях»

**1. Цель дисциплины** -- подготовить студента к осмысленным практическим действиям по обеспечению своей безопасности и защиты в условиях возникновения чрезвычайной ситуации природного, техногенного и военного характера.

Основной задачей дисциплины является формирование умений и навыков, позволяющих на основе изучения опасных и поражающих факторов чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и военного характера, других опасностей умело решать вопросы своей безопасности с использованием средств системы гражданской защиты.

**2. В результате освоения дисциплины студент должен:**

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения: УК-8.1 / УК-8.2, УК-8.5, УК-8.7.

*Знать:*

- характеристики природных бедствий, техногенных аварий и катастроф на радиационно, химически и биологически опасных объектах, поражающие факторы других опасностей;
- основы воздействия опасных факторов чрезвычайных ситуаций на человека и природную среду, допустимые предельные критерии негативного воздействия;
- меры безопасного поведения при пребывании в районах (зонах) пожаров, радиоактивного, химического и биологического загрязнения;
- способы и средства защиты человека от воздействия поражающих факторов чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и военного характера.

*Уметь:*

- использовать средства защиты органов дыхания и кожи, медицинские для самозащиты и оказания помощи другим людям;
- применять первичные средства пожаротушения для локализации и тушения пожара, возникшего в аудитории (лаборатории);
- оказывать себе и другим пострадавшим медицинскую помощь с использованием табельных и подручных медицинских средств.

*Владеть:*

- приёмами проведения частичной санитарной обработки при выходе из района (зоны) радиоактивного, химического и биологического загрязнения (заражения);
- способами и технологиями защиты в чрезвычайных ситуациях.

### **3. Краткое содержание дисциплины.**

#### *Раздел 1. Опасности природного характера.*

Стихийные бедствия, явления природы разрушительной силы - землетрясения, наводнения, селевые потоки, оползни, снежные заносы, извержение вулканов, обвалы, засухи, ураганы, бури, пожары.

#### *Раздел 2. Опасности техногенного характера.*

Аварии и катастрофы на радиационно опасном объекте, химически опасном объекте, биологически опасном объекте; на транспорте (железнодорожном, автомобильном, речном, авиационном); на гидросооружениях; на коммунальных системах жизнеобеспечения.

#### *Раздел 3. Опасности военного характера.*

Применение оружия массового поражения (ядерного, химического, биологического), обычных средств с зажигательным наполнением, новых видов оружия. Зоны заражения от средств поражения и их воздействие на население и окружающую природную среду.

#### *Раздел 4. Пожарная безопасность.*

Пожарная опасность. Пожарная охрана. Классификация пожаров в зданиях и помещениях. Стадии развития пожаров. Локализация и тушение пожаров. Первичные средства пожаротушения (огнетушители ОП -8, ОУ-2, ОВП-5, внутренний пожарный водопровод) и правила пользования ими. Автоматические системы пожаротушения – принклерные и дренчерные. Огнетушащие вещества – вода, пены, негорючие газы и разбавители, порошковые составы, галогензамещенные углеводороды.

#### *Раздел 5. Комплекс мероприятий гражданской защиты населения.*

- Оповещение и информирование населения об опасности. Принятие населением сигналов оповещения («Внимание всем!», «Воздушная тревога», «Радиационная опасность», «Химическая тревога», «Отбой опасности») и порядок действия по ним. Эвакуация населения из зоны опасности. Способы эвакуации Экстренная эвакуация студентов из аудитории при возникновении пожара.

- Средства индивидуальной защиты органов дыхания (ГП-7, ГП-9, Р-2, У-2К, РПА-1, РПГ-67М, РУ-60М, «Феникс», ГДЗК, ДПГ, ДПГ-3, ПЗУ-К, ИП-4М, ИП-5, ИП-6, КИП-8), кожи (Л-1, ОЗК) человека. Медицинские средства защиты .

- Средства коллективной защиты населения. Назначение, защитные свойства убежищ. Противорадиационные укрытия (ПРУ, подземные пешеходные переходы, заглубленные станции метрополитена), простейшие укрытия (траншеи, окопы, перекрытые щели). Правила занятия убежища.

*Раздел 6. Оказание первой помощи.*

Оказание первой помощи при ожогах, ранениях, заражениях. Проведение частичной санитарной обработки кожных покровов человека при выходе из зон радиоактивного, химического и биологического заражения (загрязнения), из зон пожаров.

*Раздел 7. Ликвидация последствий чрезвычайной ситуации.*

Аварийно-спасательные работы. Экстренная эвакуация из аудитории (лаборатории) в условиях пожара, радиационного, химического, биологического загрязнения территории с использованием простейших средств защиты («Феникс», ГДЗК, противогаза ГП-7 с ДПГ-3).

**4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Академ.ч	Астрон.ч
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,44</b>	<b>16</b>	<b>12</b>
Лекции	0,44	16	12
Практические занятия	-	-	-
Лабораторные работы	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>0,56</b>	<b>20</b>	<b>15</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,56	19,8	14,85
Контактная самостоятельная работа		0,2	0,15
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет</b>		



РХТУ им. Д.И. Менделеева  
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ  
Владелец: Колоколов Фёдор Александрович  
Проректор по учебной работе: Ректорат  
Подписан: 16.10.2023 12:55:27