

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор РХТУ им. Д.И. Менделеева

\_\_\_\_\_ А.Г. Мажуга

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ – ПРОГРАММА СПЕЦИАЛИТЕТА**

по специальности

**18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий**

Специализация:

**№1 - Химическая технология органических соединений азота**

форма обучения:

**очная**

Квалификация: **инженер**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.,  
Протокол №

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

Москва 2021

Разработчики основной образовательной программы (ООП) специалитета:

Д.х.н., профессор В. П. Синдицкий \_\_\_\_\_

К.т.н., доцент В. В. Серушкин \_\_\_\_\_

ООП специалитета рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «ХТОСА» протокол № \_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Заведующий кафедрой ХТОСА  
Д.х.н., профессор \_\_\_\_\_ В. П. Синдицкий

Согласовано:  
начальник Учебного управления \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

ООП специалитета рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Инженерного химико-технологического факультета протокол № \_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Согласовано:  
Заместитель Генерального директора по НИР ФГУП Федеральный центр двойных технологий «Союз»

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г. \_\_\_\_\_ А. А. Матвеев

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**1.1 Основная профессиональная образовательная программа высшего образования – программа подготовки инженеров (далее – программа специалитета, ООП специалитета),** реализуемая федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – специалитет по специальности 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий, специализация «Химическая технология органических соединений азота», представляет собой комплекс основных характеристик образования и организационно-педагогических условий, который представлен в виде учебного плана, календарного учебного графика, рабочих программ дисциплин (модулей), оценочных и методических материалов, рабочей программы воспитания, календарного плана воспитательной работы, форм аттестации.

**1.2 Нормативные документы для разработки программы специалитета по специальности** составляют:

– Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

– Приказ Минобрнауки России от 07 августа 2020 г. № 907 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий (далее – ФГОС ВО специалитет по специальности 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий);

– Приказ Минобрнауки России от 05.04.2017 № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры».

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7/> (дата обращения: 12.04.2021).

– Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 № 885/390 «О практической подготовке обучающихся» [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link\\_id=0&nd=102850569&intelsearch=&firstDoc=1/](http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=0&nd=102850569&intelsearch=&firstDoc=1/) (дата обращения: 12.04.2021);

– Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27 марта 2020 г., протокол № 9, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27 марта 2020 г. № 29 ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local\\_doc/pologenie\\_EOiDOT\\_2.pdf](https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/pologenie_EOiDOT_2.pdf) (дата обращения: 12.04.2021);

– Положение о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.11.2020, протокол № 4, введено в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.11.2020 № 117 ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local\\_doc/pologenie\\_prakt\\_podgotovka\\_2.pdf](https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/pologenie_prakt_podgotovka_2.pdf) дата обращения: 12.04.2021).

При освоении дисциплин и практик студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 12.04.2021).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 12.04.2021).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 12.04.2021).

### **1.3 Общая характеристика программы специалитета**

**Целью программы специалитета** является создание для обучающихся условий для приобретения необходимого для осуществления профессиональной деятельности уровня знаний, умений, навыков, опыта деятельности и подготовки к защите выпускной квалификационной работы.

Получение образования по образовательной программе высшего образования – программе специалитета допускается только в образовательной организации высшего образования и научной организации (далее – организация).

Обучение по образовательной программе высшего образования – программе специалитета в образовательной организации осуществляется в очной форме обучения. **Объем программы специалитета** составляет 330 зачетных единиц (далее – з.е.) вне зависимости применяемых образовательных технологий, реализации программы специалитета с использованием сетевой формы, реализации программы специалитета по индивидуальному учебному плану.

Объем программы специалитета, реализуемый за один учебный год, составляет не более 70 з.е. вне зависимости от применяемых образовательных технологий, реализации программы специалитета с использованием сетевой формы, реализации программы специалитета по индивидуальному учебному плану (за исключением ускоренного обучения), а при ускоренном обучении - не более 80 з.е.

**Срок получения образования** по программе специалитета (вне зависимости от применяемых образовательных технологий):

в очной форме обучения, включая каникулы, предоставляемые после прохождения государственной итоговой аттестации, составляет 5,5 лет;

при обучении по индивидуальному учебному плану инвалидов и лиц с ОВЗ может быть увеличен по их заявлению не более чем на 1 год по сравнению со сроком получения образования.

При реализации программы специалитета Организация вправе применять электронное обучение, дистанционные образовательные технологии.

Реализация программы специалитета с применением исключительно электронного обучения, дистанционных образовательных технологий не допускается.

Электронное обучение, дистанционные образовательные технологии, применяемые при обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее - инвалиды и лица с ОВЗ), должны предусматривать возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация программы специалитета осуществляется Организацией как самостоятельно, так и посредством сетевой формы.

Образовательная деятельность по программе специалитета осуществляется на государственном языке Российской Федерации, если иное не определено локальным нормативным актом организации.

Программа специалитета, содержащая сведения, составляющие государственную тайну, разрабатывается и реализуется с соблюдением требований, предусмотренных законодательством Российской Федерации и иными нормативными правовыми актами в области защиты государственной тайны.

**Структура программы специалитета** включает обязательную часть и часть, формируемую участниками образовательных отношений.

Программа специалитета состоит из следующих блоков:

- Блок 1 «Дисциплины (модули)».
- Блок 2 «Практика».
- Блок 3 «Государственная итоговая аттестация».

#### **Структура программы специалитета**

Структура программы специалитета		Объем программы специалитета и ее блоков в зачетных единицах
Блок 1	Дисциплины (модули)	не менее 250
Блок 2	Практика	не менее 33
Блок 3	Государственная итоговая аттестация	не менее 6
Объем программы специалитета		330

В Блок 1 «Дисциплины (модули)» входят дисциплины (модули) по философии, истории (истории России, всеобщей истории), иностранному языку, безопасности жизнедеятельности.

Программа специалитета должна обеспечивать реализацию дисциплин (модулей) по физической культуре и спорту:

в объеме не менее 2 з.е. в рамках Блока 1 «Дисциплины (модули)»;

в объеме не менее 328 академических часов, которые являются обязательными для освоения, не переводятся в З.е. и не включаются в объем программы специалитета, в рамках элективных дисциплин (модулей).

Дисциплины (модули) по физической культуре и спорту реализуются в порядке, установленном Организацией. Для лиц с ОВЗ организация устанавливает особый порядок освоения дисциплин (модулей) по физической культуре и спорту с учетом состояния их здоровья (<https://www.muctr.ru/sveden/ovz/>).

В Блок 2 «Практика» входят учебная и производственная практики (далее вместе - практики).

Типы учебной практики: ознакомительная практика;  
технологическая (проектно-технологическая) практика;

эксплуатационная практика;  
научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы).

Типы производственной практики:  
технологическая (проектно-технологическая) практика;  
эксплуатационная практика;  
научно-исследовательская работа.

Организация:

выбирает один или несколько типов учебной практики и один или несколько типов производственной практики из приведенного перечня;

вправе установить дополнительный тип (типы) учебной и (или) производственной практик;

устанавливает объемы практик каждого типа.

В Блок 3 «Государственная итоговая аттестация» входит выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

При разработке программы специалитета обучающимся обеспечивается возможность освоения элективных дисциплин (модулей) и факультативных дисциплин (модулей).

Факультативные дисциплины (модули) не включаются в объем программы специалитета.

В рамках программы специалитета выделяются обязательная часть и часть, формируемая участниками образовательных отношений.

К обязательной части программы специалитета относятся дисциплины (модули) и практики, обеспечивающие формирование общепрофессиональных компетенций, определяемых ФГОС ВО.

В обязательную часть программы специалитета включаются, в том числе:

дисциплины (модули) по философии, истории (истории России, всеобщей истории), иностранному языку, безопасности жизнедеятельности;

дисциплины (модули) по физической культуре и спорту, реализуемые в рамках Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплины (модули) и практики, обеспечивающие формирование универсальных компетенций, определяемых ФГОС ВО, а также профессиональных компетенций, определяемых Организацией самостоятельно, могут включаться в обязательную часть программы специалитета и (или) в часть, формируемую участниками образовательных отношений.

Объем обязательной части без учета объема государственной итоговой аттестации должен составлять не менее 65 процентов общего объема программы специалитета.

#### **1.4 Требования к поступающему**

Требования к поступающему определяются федеральным законодательством в области образования, в том числе Порядком приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам специалитета на соответствующий учебный год.

## 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ, ОСВОИВШИХ ПРОГРАММУ СПЕЦИАЛИТЕТА

2.1 Область профессиональной деятельности и сфера профессиональной деятельности выпускников, освоивших ООП специалитета, включает:

26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения; промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности при получении и использовании энергонасыщенных материалов и изделий).

Выпускники могут осуществлять профессиональную деятельность в других областях профессиональной деятельности и (или) сферах профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника.

2.2 Типы задач и задачи профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники в рамках освоения ООП специалитета:

- научно-исследовательский;
- технологический;
- экспертно-аналитический.

2.3 Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших ООП специалитета, или областью (областями) знания являются:

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания)
26 Химическое, химико-технологическое производство	<i>Научно-исследовательский</i>	<p>- изучение научно-тех-нической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;</p> <p>- математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и пакетов прикладных</p>	<p>индивидуальные и смесевые энергонасыщенные материалы и изделия на их основе; расчетные методы прогнозирования энергетических характеристик энергонасыщенных материалов; методы и приборы для исследования и оценки эффективности и практической пригодности энергонасыщенных материалов и изделий.</p>

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания)
		<p><i>программ для научных исследований;</i>  - <i>проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ их результатов;</i>  - <i>подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций;</i>  - <i>составление отчета по выполненному заданию, участие во внедрении результатов исследований и разработок;</i>  - <i>проведение мероприятий по защите объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок как ком-мерческой тайны предприятия.</i></p>	
	<i>Технологический</i>	- <i>организация рабочих мест, их техническое оснащение, размещение</i>	технологические процессы получения энергонасыщенных материалов и изделий; методы и приборы для исследования и оценки



Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания)
		<p><i>технологического оборудования;</i>  - <i>организация входного контроля сырья и материалов;</i>  - <i>контроль за соблюдением технологической дисциплины;</i>  - <i>контроль качества выпускаемой продукции с использованием типовых методов;</i>  - <i>исследование причин брака в производстве и разработка мероприятий по его предупреждению и устранению;</i>  - <i>участие в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции.</i></p>	<p>эффективности и практической пригодности энергонасыщенных материалов и изделий;  оборудование для производства и переработки энергонасыщенных материалов и изделий.</p>
	<p><i>Экспертно-аналитический</i></p>	<p>– <i>владение знаниями нормативных правовых актов Российской Федерации в области промышленной безопасности, средств измерений и оборудования;</i></p>	<p>расчетные методы прогнозирования энергетических характеристик энергонасыщенных материалов.</p>

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания)
		<ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>использование методов анализа и идентификации энергонасыщенных материалов;</i></li> <li>– <i>использование методов технического диагностирования, неразрушающего и разрушающего контроля технических устройств, обследования зданий и сооружений;</i></li> <li>– <i>использование методов оценки и анализа риска аварии на опасных производственных объектах и связанной с ней угрозы.</i></li> </ul>	

### **3 СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ СПЕЦИАЛИТЕТА**

В соответствии с ФГОС ВО специалитета по специальности 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий содержание и организация образовательного процесса при реализации ООП регламентируется:

- учебным планом;
- календарным учебным графиком;
- рабочими программами дисциплин (модулей);
- рабочими программами практик;
- программой государственной итоговой аттестации;
- фондами оценочных средств;
- методическими указаниями по соответствующей ООП.
- рабочей программой воспитания;
- календарным планом воспитательной работы.

### **3.1 Учебный план**

Учебный план ООП специалитета включает перечень дисциплин (модулей), практик, аттестационных испытаний промежуточной и государственной итоговой аттестации обучающихся, других видов учебной деятельности с указанием их объема в зачетных единицах, последовательности и распределения по периодам обучения; выделяется объем контактной работы обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и самостоятельной работы обучающихся в академических (астрономических) часах. Для каждой дисциплины (модуля) и практики указывается форма промежуточной аттестации обучающихся.

Учебный план представлен в приложении.

### **3.2 Календарный учебный график**

Последовательность реализации программы специалитета по годам и семестрам (включая теоретическое обучение, практики, промежуточные и государственную итоговую аттестации, каникулы, приводится в календарном учебном графике.

Календарный учебный график представлен в приложении.

### **3.3 Рабочие программы дисциплин (модулей)**

В ООП специалитета в приложении представлены все рабочие программы дисциплин (модулей).

### **3.4 Программы практик**

ООП специалитета предусматривает достаточный для формирования, закрепления и развития практических навыков и компетенций объем практики. Практика представляет собой вид учебных занятий, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся. Практика закрепляет знания и умения, приобретаемые обучающимися в результате освоения теоретических курсов, вырабатывает практические навыки и способствует комплексному формированию универсальных, общепрофессиональных, профессиональных компетенций обучающихся. Программы практик приведены в приложении.

При реализации ООП специалитета предусматриваются следующие виды практик:

- Учебная практика: ознакомительная практика;
- производственная практика: технологическая практика;
- преддипломная практика.

#### **3.4.1 Учебная практика: ознакомительная практика**

Тип практики: ознакомительная. Задачами практики является ознакомление студентов с методологическими основами организации образовательного процесса по профилю изучаемой программы специалитета на кафедре ХТОСА РХТУ им. Д.И. Менделеева, основными направлениями научно-исследовательской работы кафедры в области энергонасыщенных материалов и изделий; с деятельностью производственных, научно-исследовательских и проектных организаций по профилю изучаемой программы специалитета, ознакомление с технологиями двойного назначения в условиях действующего производственного предприятия химико-механического профиля, производящего энергонасыщенные материалы (ЭНМ), а также получение первичных профессиональных умений и навыков путем самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой практики.

Практика осуществляется в ФГБОУ ВО «РХТУ им. Д.И. Менделеева» (2-ой семестр), во ФГУП «ФЦДТ «Союз» (г. Дзержинский Московской обл.).

### **3.4.2 Производственная практика: технологическая практика**

Тип практики: технологическая практика.

Задачами практики являются формирование у обучающихся компетенций, связанных с технологией производства ЭНМ; ознакомление с организацией и структурой предприятий по производству ЭНМ; формирование у обучающихся способности и готовности осуществлять анализ и синтез технологических схем производства ЭНМ, работать с нормативно-технической документацией; приобретение опыта участия в реальных производственных процессах, комплекса навыков и знаний, необходимых для решения конкретных технологических задач; сбор информации, необходимой для выполнения курсового проекта по разработке конкретной технологической стадии производства ЭНМ.

Производственная практика проводится на ФКП «Завод имени Я.М. Свердлова», ФГУП «ГосНИИ «Кристалл», ФГУП НИИМаш (г. Дзержинск, Нижегородской обл.), и на предприятиях других городов, с которыми заключены договоры о проведении практик.

### **3.4.3 Преддипломная практика**

Тип практики: преддипломная практика

Задачами практики являются:

- закрепление теоретических знаний и практических навыков, полученных в процессе обучения по программе специалитета;

- приобретение навыков, необходимых в дальнейшей профессиональной деятельности, развитие личностно-профессиональных качеств исследователя;

- формирование целостного представления об организации и управлении отдельными этапами и программами проведения научных исследований и технических разработок; о структуре организации и основных функциях исследовательских и управленческих подразделений;

- приобретение опыта постановки и выполнения научно-исследовательских (в случае выполнения научно-исследовательской работы) и проектных (в случае выполнения расчетно-проектной работы) задач;

- овладение методологией и методами обработки результатов исследования;

- участие в работе научно-исследовательской группы, подразделения, временного трудового коллектива;

- получение, обобщение и систематизация данных для выполнения выпускной квалификационной работы (ВКР).

Практика осуществляется в ФГБОУ ВО «РХТУ им. Д.И. Менделеева», в ФГБУН Институт Органической Химии им. Н. Д. Зелинского РАН, и в других институтах и предприятиях, с которыми заключены договоры о проведении практик.

### **3.5 Программа государственной итоговой аттестации (ГИА)**

Программа государственной итоговой аттестации является приложением к ООП специалитета.

В государственную итоговую аттестацию входит выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

### **3.6 Фонд оценочных средств (ФОС)**

ФОС создается в соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации обучающихся на соответствие их учебных достижений поэтапным требованиям соответствующей ООП специалитета для проведения текущего оценивания, а также промежуточной аттестации обучающихся. ФОС является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися ООП, входит в состав ООП специалитета.

ФОС – комплект методических материалов, нормирующих процедуры оценивания результатов обучения, т.е. установления соответствия учебных достижений запланированным результатам обучения и требованиям ООП специалитета, рабочих программ дисциплин (модулей) и практик.

ФОС сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

- валидности: объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;
- надежности: использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;
- объективности: разные обучающиеся должны иметь равные возможности добиться успеха.

ФОС по дисциплинам, практикам, ГИА приведены в приложении.

Инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья (по их заявлению) предоставляется возможность обучения по ООП специалитета, учитывающей особенности их психофизического развития, индивидуальных возможностей и, при необходимости, обеспечивающей коррекцию нарушений развития и социальную адаптацию.

### **3.7. Рабочая программа воспитания**

Рабочая программа воспитания, разработанная и утвержденная образовательной организацией, определяет комплекс основных характеристик осуществляемой в образовательной организации воспитательной работы по соответствующей основной образовательной программе:

- цель, задачи, основные направления и темы воспитательной работы;
- возможные формы, средства и методы воспитания, включая использование воспитательного потенциала дисциплин (модулей);
- подходы к индивидуализации содержания воспитания с учетом особенностей обучающихся;
- показатели эффективности воспитательной работы, в том числе планируемые личностные результаты воспитания, и иные компоненты.

### **3.8. Календарный план воспитательной работы**

Календарный план воспитательной работы, разработанный и утвержденный образовательной организацией, содержит конкретный перечень событий и мероприятий воспитательной направленности, которые организуются и проводятся образовательной организацией и (или) в которых образовательная организация принимает участие, в соответствии с основными направлениями и темами воспитательной работы, выбранными формами, средствами и методами воспитания в учебном году или периоде обучения.

## **4 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ СПЕЦИАЛИТЕТА**

Совокупный ожидаемый результат образования по завершении освоения ООП специалитета определяется приобретаемыми выпускником компетенциями, т.е. его способностями применять знания, умения, навыки и личные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

В результате освоения ООП специалитета у выпускника должны быть сформированы универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

Выпускник, освоивший ООП, должен обладать следующими компетенциями.

#### 4.1 Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	<p>УК-1.1 Знает методы поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода, основанного на научном мировоззрении при решении задач профессиональной деятельности.</p> <p>УК-1.2 Умеет анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие.</p> <p>УК-1.3 Умеет находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи.</p> <p>УК-1.4 Умеет определять и оценивать варианты возможных решений задачи.</p> <p>УК-1.5 Владеет навыками рассмотрения возможных вариантов решения задачи, оценивания их достоинств и недостатков.</p>
Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	<p>УК-2.1 Знает правила и условия при выполнении конструкторской документации проекта.</p> <p>УК-2.2 Знает основы расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов оборудования химической промышленности.</p> <p>УК-2.3 Знает технологические расчеты аппаратов химической промышленности.</p> <p>УК-2.4 Умеет определять ожидаемые результаты проектирования элементов оборудования химической промышленности.</p> <p>УК-2.5 Умеет проектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ и исходя из действующих правил и условий при выполнении проектной документации и имеющихся ресурсов и ограничений.</p> <p>УК-2.6 Умеет решать конкретные задачи проекта требуемого качества и за установленное время.</p> <p>УК-2.7 Умеет публично представлять результаты решения конкретной задачи проекта.</p> <p>УК-2.8 Владеет способами и приемами изображения элементов химического оборудования в одной из графических систем.</p>

Категория универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
		<p>УК-2.9 Владеет методами механики применительно к расчетам аппаратов химической промышленности.</p> <p>УК-2.10 Владеет навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности.</p>
Командная работа и лидерство	УК-3. Способен организовать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	<p>УК-3.1 Знает и понимает особенности поведения работников предприятий химической промышленности.</p> <p>УК-3.2 Знает основные типы социальных взаимодействий и социально-психологические критерии эффективности управления коллективом.</p> <p>УК-3.3 Умеет предвидеть результаты личных действий и планировать последовательность шагов для достижения заданного результата.</p> <p>УК-3.4 Умеет взаимодействовать с другими членами команды, в том числе участвовать в обмене информацией, знаниями и опытом.</p> <p>УК-3.5 Умеет использовать современные социально-психологические технологии управления коллективом.</p> <p>УК-3.6 Владеет основными методами сбора и анализа информации, способствующей развитию общей культуры и социализации личности.</p> <p>УК-3.7 Владеет способами мотивации членов коллектива к личностному и профессиональному развитию</p> <p>УК-3.8 Владеет способами и методами презентации результатов работы команды.</p>
Коммуникация	УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	<p>УК-4.1 Знает на государственном и иностранном языках коммуникативно приемлемые стили делового общения</p> <p>УК-4.2 Знает основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели, рус+ские эквиваленты основных слов и выражений профессиональной речи.</p> <p>УК-4.3 Знает основные приемы и методы реферирования и аннотирования литературы по специальности, приемы работы с оригинальной литературой по</p>

Категория универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
		<p>специальности.</p> <p>УК-4.4 Знает пассивную и активную лексику, в том числе, общенаучную и специальную терминологию, необходимую для работы над типовыми тестами.</p> <p>УК-4.5 Умеет использовать информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации в процессе решения стандартных коммуникативных задач на государственном и иностранном языках.</p> <p>УК-4.6 Умеет работать с оригинальной литературой по специальности со словарем.</p> <p>УК-4.7 Умеет вести деловую переписку на иностранном языке, вести речевую деятельность применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации.</p> <p>УК-4.8 Владеет ведением деловой переписки с учетом особенностей стилистики официальных и неофициальных писем, социокультурных различий в формате корреспонденции на государственном и иностранном языках.</p> <p>УК-4.9 Владеет навыками речевой деятельности применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации, основами публичной речи.</p> <p>УК-4.10 Владеет основной иноязычной терминологией специальности, основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.</p>
Межкультурное взаимодействие	УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	<p>УК-5.1 Знает основные закономерности исторического процесса и этапы исторического развития России.</p> <p>УК-5.2 Знает этно-культурные и социально-политические процессы становления российской государственности.</p> <p>УК-5.3 Знает место и роль России в истории человечества и в современном мире.</p> <p>УК-5.4 Знает основные разделы и направления философии, а также методы и приемы философского анализа проблем.</p>



Категория универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
		<p>УК-5.5 Знает нравственные ценности, представления о совершенном человеке в различных культурах.</p> <p>УК-5.6 Умеет осмысливать социально-политические процессы, события и явления в России и мировом сообществе в их динамике и взаимосвязи, руководствуясь принципами научной объективности и историзма.</p> <p>УК-5.7 Умеет формировать и аргументированно отстаивать собственную позицию по различным проблемам истории.</p> <p>УК-5.8 Умеет понимать и анализировать мировоззренческие, социальные и индивидуальные проблемы современной жизни.</p> <p>УК-5.9 Умеет грамотно вести дискуссию, аргументированно отстаивать свою позицию по значимым философским проблемам современной жизни, опираясь на наработанный в истории философии материал.</p> <p>УК-5.10 Умеет недискриминационно и конструктивно взаимодействовать с людьми с учетом их социокультурных особенностей в целях успешного выполнения профессиональных задач и усиления социальной интеграции.</p> <p>УК-5.11 Владеет представлениями об истории как науке, основами исторического мышления.</p> <p>УК-5.12 Владеет представлениями об основных этапах в истории человечества и их хронологии.</p> <p>УК-5.13 Владеет навыками анализа исторических источников.</p> <p>УК-5.14 Владеет навыками философской культуры для выработки системного целостного взгляда на действительность.</p>
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6. Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на	<p>УК-6.1 Знает социально-психологические технологии развития и саморазвития.</p> <p>УК-6.2 Знает свои личностные, ситуативные, временные и другие ресурсы и их пределы.</p>

Категория универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
	основе самооценки и образования в течение всей жизни	<p>УК-6.3 Умеет планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.</p> <p>УК-6.4 Умеет критически оценивать эффективность использования времени и других ресурсов при решении поставленных задач.</p> <p>УК-6.5 Умеет осмысливать свои собственные действия при управлении коллективом и самоорганизации.</p> <p>УК-6.6 Владеет предоставленными возможностями для приобретения новых знаний и навыков.</p>
	УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	<p>УК-7.1 Знает научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни; влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья; способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности; правила и способы планирования индивидуальных занятий различной целевой направленности.</p> <p>УК-7.2 Умеет поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.</p> <p>УК-7.3 Умеет использовать основы физической культуры для осознанного выбора здоровьесберегающих технологий с учетом внешних и внутренних условий реализации профессиональной деятельности.</p> <p>УК-7.4 Владеет средствами и методами укрепления здоровья, физического самосовершенствования; должным уровнем физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.</p>
Безопасность жизнедеятельности	УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	<p>УК-8.1 Знает основные техносферные опасности, их свойства и характеристики.</p> <p>УК-8.2 Знает характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду, методы защиты от них применительно к сфере своей профессиональной деятельности.</p> <p>УК-8.3 Умеет обеспечивать безопасные и/или комфортные условия труда на рабочем месте, в том числе с помощью</p>

Категория универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
		<p>средств защиты.</p> <p>УК-8.4 Умеет выявлять и устранять проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте.</p> <p>УК-8.5 Умеет осуществлять действия по предотвращению чрезвычайных ситуаций (природного и техногенного происхождения) на рабочем месте, в том числе с помощью средств защиты.</p> <p>УК-8.6 Умеет выбирать методы защиты от опасностей применительно к сфере своей профессиональной деятельности.</p> <p>УК-8.7 Владеет законодательными и правовыми актами в области безопасности и охраны окружающей среды, требованиями к безопасности технических регламентов в сфере профессиональной деятельности.</p> <p>УК-8.8 Владеет способами и технологиями защиты в чрезвычайных ситуациях.</p> <p>УК-8.9 Владеет понятийно-терминологическим аппаратом в области безопасности.</p> <p>УК-8.10 Владеет навыками рационализации профессиональной деятельности с целью обеспечения безопасности и защиты окружающей среды.</p>
Инклюзивная компетентность	УК-9. Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах	<p>УК-9.1 Знает и понимает особенности поведения членов коллектива с ограничениями по здоровью.</p> <p>УК-9.2 Умеет взаимодействовать с членами коллектива с ограничениями по здоровью.</p> <p>УК-9.3 Владеет приемами анализа собственных действий при общении с членами коллектива с ограничениями по здоровью.</p>
Экономическая культура, в том числе финансовая грамотность	УК-10. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	<p>УК-10.1 Знает основы экономической культуры, в том числе финансовой грамотности.</p> <p>УК-10.2 Умеет использовать знания основ экономики при принятии обоснованных решений в различных областях деятельности.</p> <p>УК-10.3 Владеет навыками выбора экономически обоснованных решений в различных областях жизнедеятельности.</p>

Категория универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Гражданская позиция	УК-11. Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению	УК-11.1 Знает правовые нормы, формирующие нетерпимое отношение к коррупционному поведению. УК-11.2 Умеет реализовывать нетерпимое отношение к коррупционному поведению в различных сферах деятельности. УК-11.3 Владеет методами формирования нетерпимого отношения к коррупционному поведению.

#### 4.2 Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Общенаучная подготовленность	ОПК-1. Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Знает основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики. ОПК-1.2 Знает математические теории и методы, лежащие в основе математических моделей. ОПК-1.3 Знает основные этапы качественного и количественного химического анализа, теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа, методы метрологической обработки результатов анализа. ОПК-1.4 Знает физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, квантовой физики. ОПК-1.5 Знает теоретические основы общей и неорганической химии и понимать принципы строения вещества и протекания химических процессов; ОПК-1.6 Знает основы классификации органических соединений, строение, способы получения и химические свойства различных классов органических соединений, основные механизмы

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
		<p>протекания органических реакций.</p> <p>ОПК-1.7 Знает основы физической химии как теоретического фундамента современной химии и процессов химической технологии.</p> <p>ОПК-8<sub>ОПК-1</sub> Знает основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений, основные свойства дисперсных систем.</p> <p>ОПК-1.9 Знает основные классы, состав, структуру и характеристики современных материалов, используемых в химической технологии</p> <p>ОПК-1.10 Умеет проводить анализ функций, решать основные задачи теории вероятности и математической статистики, решать уравнения и системы дифференциальных уравнений применительно к реальным процессам, применять математические методы при решении типовых профессиональных задач.</p> <p>ОПК-1.11 Умеет выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи и провести статистическую обработку результатов аналитических определений.</p> <p>ОПК-1.12 Умеет решать типовые задачи, связанные, связанные с основными разделами физики, использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-1.13 Умеет выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ.</p> <p>ОПК-1.14 Умеет использовать химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения неорганической химии для решения профессиональных задач.</p> <p>ОПК-1.15 Умеет синтезировать органические соединения.</p> <p>ОПК-1.16 Умеет прогнозировать влияние</p>

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
		<p>различных факторов на равновесие в химических реакциях; определять направленность процесса в заданных начальных условиях; устанавливать границы областей устойчивости фаз в однокомпонентных и бинарных системах; определять составы существующих фаз в бинарных гетерогенных системах; составлять кинетические уравнения в дифференциальной и интегральной формах для кинетически простых реакций и прогнозировать влияние температуры на скорость процесса.</p> <p>ОПК-1.17 Умеет проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений и расчеты основных характеристик дисперсных систем.</p> <p>ОПК-1.18 Умеет подбирать материалы с высокими эксплуатационными характеристиками для заданных условий эксплуатации, прогнозировать их работоспособность</p> <p>ОПК-1.19 Владеет основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.</p> <p>ОПК-1.20 Владеет методами проведения химического анализа и метрологической оценки его результатов.</p> <p>ОПК-1.21 Владеет методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента.</p> <p>ОПК-1.22 Владеет теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в Периодической системе химических элементов, экспериментальными методами определения физико-химических свойств неорганических соединений.</p> <p>ОПК-1.23 Владеет экспериментальными</p>

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
		<p>методами синтеза, очистки, определения физико-химических свойств и установления структуры органических соединений.</p> <p>ОПК-1.24 Владеет навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема; констант равновесия химических реакций при заданной температуре; давления насыщенного пара над индивидуальным веществом; состава сосуществующих фаз в двухкомпонентных системах.</p> <p>ОПК-1.25 Владеет методами определения констант скорости химических реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента.</p> <p>ОПК-1.26 Владеет методами проведения дисперсного анализа, синтеза дисперсных систем и оценки их агрегативной устойчивости.</p> <p>ОПК-1.27 Владеет методами защиты машин и аппаратов химических производств от коррозии</p>
Исследовательская подготовленность	ОПК-2. Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование при проведении научного и технологического эксперимента, проводить обработку и анализ полученных результатов	<p>ОПК-2.1 Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических 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.</p> <p>ОПК-2.2 Знает методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов.</p> <p>ОПК-2.3 Знает методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей.</p>

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
		<p>ОПК-2.4 Знает основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры; общие закономерности химических процессов; основные химические производства.</p> <p>ОПК-2.5 Знает основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии.</p> <p>ОПК-2.6 Знает основные понятия теории управления технологическими процессами; статические и динамические характеристики объектов и звеньев управления; основные виды систем автоматического регулирования и законы управления; типовые системы автоматического управления в химической промышленности; методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров.</p> <p>ОПК-2.7 Умеет определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса.</p> <p>ОПК-2.8 Умеет рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать техноло-гическую эффективность производства.</p> <p>ОПК-2.9 Умеет выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе.</p> <p>ОПК-2.10 Умеет определять основные</p>



Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
		<p>статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса.</p> <p>ОПК-2.11 Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов.</p> <p>ОПК-2.12 Владеет методами технологических расчетов отдельных узлов химического оборудования.</p> <p>ОПК-2.13 Владеет методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.</p> <p>ОПК-2.14 Владеет методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов.</p> <p>ОПК-2.15 Владеет методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов.</p> <p>ОПК-2.16 Владеет пакетами прикладных программ для моделирования химико-технологических процессов.</p>
Производственно-технологическая подготовленность	ОПК-3 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиотечной культуры с применением информационных технологий и учетом требований информационной безопасности	<p>ОПК-3.1 Знает технические и программные средства реализации информационных технологий, основы работы в локальных и глобальных сетях и информационной безопасности, типовые численные методы решения математических задач и алгоритмы их реализации.</p> <p>ОПК-3.2 Знает методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных.</p>

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
		<p>ОПК-3.3 Умеет работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач.</p> <p>ОПК-3.4 Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для обработки результатов эксперимента.</p> <p>ОПК-3.5 Владеет методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях, техническими и программными средствами защиты информации при работе с компьютерными системами, включая приемы антивирусной защиты.</p> <p>ОПК-3.6 Владеет методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов.</p> <p>ОПК-3.7 Владеет методами использования современных компьютерных технологий для решения поставленных задач профессиональной деятельности.</p>
Организационно-управленческая подготовленность	ОПК-4 Способен организовывать самостоятельную и коллективную производственную и научно-исследовательскую деятельность, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок	<p>ОПК-4.1 Знает основы российской правовой системы и российского законодательства, правовые и нравственно-этические нормы в сфере профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-4.2 Знает правовые нормы, регулирующие отношение человека к человеку, обществу, окружающей среде.</p> <p>ОПК-4.3 Знает основы трудового законодательства.</p> <p>ОПК-4.4 Знает экономические основы производства и ресурсы предприятия.</p> <p>ОПК-4.5 Знает понятия: товар, услуга, работа, себестоимость продукции, классификация затрат на производство и реализацию продукции.</p> <p>ОПК-4.6 Знает классификацию</p>

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
		<p>предприятий по правовому статусу; категории технологических способов производства; принципы и методы нормирования и оплаты труда.</p> <p>ОПК-4.7 Знает методы разработки оперативных планов работы первичных производственных подразделений.</p> <p>ОПК-4.8 Знает факторы, определяющие устойчивость биосферы, характеристики возрастания антропогенного воздействия на природу, глобальные проблемы экологии и принципы рационального природопользования, методы снижения хозяйственного воздействия на биосферу, организационные и правовые средства охраны окружающей среды, способы достижения устойчивого развития.</p> <p>ОПК-4.9 Умеет использовать и составлять нормативные и правовые документы, относящиеся к профессиональной деятельности, предпринимать необходимые меры к восстановлению нарушенных прав.</p> <p>ОПК-4.10 Умеет реализовывать права и свободы человека в различных сферах жизнедеятельности.</p> <p>ОПК-4.11 Умеет использовать знания основ экономики при решении производственных задач.</p> <p>ОПК-4.12 Умеет осуществлять в общем виде оценку антропогенного воздействия на окружающую среду с учетом специфики природно-климатических условий.</p> <p>ОПК-4.13 Умеет использовать нормативно-правовые акты при работе с экологической документацией.</p> <p>ОПК-4.14 Владеет основами хозяйственного права.</p> <p>ОПК-4.15 Владеет методами управления</p>

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
		<p>первичными производственными подразделениями.</p> <p>ОПК-4.16 Владеет методами разработки производственных программ и сменно-суточных плановых заданий участкам производства и анализа их выполнения.</p> <p>ОПК-4.17 Владеет методами экономической оценки ущерба от деятельности предприятия.</p> <p>ОПК-4.18 Владеет методами выбора рационального способа снижения воздействия на окружающую среду.</p>

### 4.3 Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Направленность (профиль), специализация: Химическая технология органических соединений азота</b>				
<b>Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский</b>				
<p>- Участие в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах (далее - НИОКР), направленных на совершенствование получения и использования энергонасыщенных материалов и изделий и изучение их свойств;</p> <p>- разработка программ, методик, технических средств для проведения исследований свойств существующих и новых энергонасыщенных материалов и изделий;</p>	<p>Индивидуальные и смесевые энергонасыщенные материалы и изделия на их основе;</p> <p>расчетные методы прогнозирования энергетических характеристик энергонасыщенных материалов;</p> <p>методы и приборы для исследования и оценки эффективности и практической пригодности энергонасыщенных материалов и изделий.</p>	<p>ПК- 1 способен применять современные методы исследования, планировать и проводить необходимый эксперимент, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты</p>	<p>ПК-1.1 Знает современные методы, используемые при проведении научных исследований, принципы организации и основные этапы выполнения научно-исследовательской работы;</p> <p>ПК-1.2 Знает теоретические основы современных методов исследования химических, физико-химических, взрывчатых свойств энергонасыщенных материалов;</p> <p>ПК-1.3 Знает методы и алгоритмы для корректного анализа и обработки результатов научных исследований;</p> <p>ПК-1.4 Знает основные положения квантовой химии, современной теории</p>	<p>26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения; промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения</p>

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<p>- обработка и анализ результатов экспериментальных исследований, формулирование выводов, подготовка отчетов и публикаций о результатах исследований, защита интеллектуальной собственности;</p> <p>- участие во внедрении результатов НИОКР;</p> <p>- поиск и анализ научно-технической информации в области энергонасыщенных материалов и изделий с целью научно-практической и патентной поддержки проводимых исследований;</p>			<p>химической связи и межмолекулярного взаимодействия применительно к энергонасыщенным материалам;</p> <p>ПК-1.5 Умеет использовать современное оборудование и приборы для проведения необходимых экспериментальных исследований;</p> <p>ПК-1.6 Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для обработки результатов эксперимента;</p> <p>ПК-1.7 Умеет применять квантово-химические подходы и методы для расчета, интерпретации и предсказания строения и свойств энергонасыщенных соединений;</p>	<p>энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности при получении и использовании энергонасыщенных материалов и изделий). Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта.</p>

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
			ПК-1.8 Владеет принципами разработки экспериментальных методик и программ для проведения научных исследований; ПК-1.9 Владеет информацией по современным методам научных исследований в предметной области в России и за рубежом; ПК-1.10 Владеет практическими навыками применения современного оборудования и приборов для выполнения научных исследований; ПК-1.11 Владеет методами применения современных систем компьютерной математики для корректного анализа и обработки результатов научных исследований; ПК-1.12 Владеет навыками применения квантово-	

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
			химических методов и стандартных квантово-химических компьютерных программ при решении исследовательских задач.	
		ПК- 2 Способен изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований	ПК-2.1 Знает основные методы, используемые при проведении научных исследований энергонасыщенных материалов и изделий; ПК-2.2 Знает основные этапы выполнения научно-исследовательской работы; ПК-2.3 Знает основные возможности современных информационных технологий для постановки задач, сбора, анализа и обработки экспериментальной и литературной информации по тематике исследований; ПК-2.4 Умеет осуществлять поиск	26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения; промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и



Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
			<p>научно-технической информации по тематике исследований в локальных и on-line базах данных, различных поисковых системах;</p> <p>ПК-2.5 Умеет предлагать и решать задачи, связанные с проведением научных исследований в области энергонасыщенных материалов и изделий на основе анализа научно-технической информации;</p> <p>ПК-2.6 Владеет современной информацией о состоянии исследований в области энергонасыщенных соединений и изделий в России и за рубежом;</p> <p>ПК-2.7 Владеет навыками изучения и обобщения информации по тематике исследований.</p>	<p>хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности при получении и использовании энергонасыщенных материалов и изделий). Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта.</p>

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
		ПК-3 Способен представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований	ПК-3.1 Знает основные правила и требования по оформлению результатов научных исследований; ПК-3.2 Умеет оформлять результаты научных исследований в виде рефератов, отчетов, публикаций с учётом требований ГОСТов, а также специальных требований Российских и зарубежных научно-технических изданий; ПК-3.3 Умеет формулировать выводы, практические рекомендации по результатам научных исследований; ПК-3.4 Владеет практическими навыками изложения результатов исследований в виде рефератов, отчетов, публикаций, представления их в форме публичных дискуссий и докладов.	26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения; промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности при получении и использовании

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
				энергонасыщенных материалов и изделий). Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта.
		<p>ПСК-1.1 Способен представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований</p>	<p>ПСК-1.1.1 Знает основные методы получения взрывчатых материалов различных классов и требования к исходным продуктам; ПСК-1.1.2 Знает теоретические основы и механизмы основных химических реакций, применяемых для синтеза энегонасыщенных соединений; ПСК-1.1.3 Знает современные методы исследования, расчета и прогнозирования физико-</p>	<p>26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов, исходных и промежуточных продуктов</p>

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
			<p>химических, взрывчатых и других специальных свойств индивидуальных и смесевых взрывчатых материалов;  ПСК-1.1.4  Умеет прогнозировать перспективные пути синтеза энергонасыщенных соединений с заданными свойствами;</p> <p>ПСК-1.1.5  Умеет оценивать химические и энергетические свойства новых энергонасыщенных материалов;  ПСК-1.1.6  Умеет экспериментально определять основные физические, физико-химические и взрывчатые характеристики энергонасыщенных соединений, проводить их анализ химическими и физико-химическими методами;</p>	<p>для их получения; промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности при получении и использовании энергонасыщенных материалов и изделий). Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта.</p>

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
			ПСК-1.1.7 Владеет практическими навыками получения индивидуальных и смесевых взрывчатых материалов в лабораторных условиях; ПСК-1.1.8 Владеет навыками экспериментальной работы по исследованию физико-химических, взрывчатых свойств индивидуальных и смесевых взрывчатых материалов.	
		ПСК-1.2 Способен разрабатывать методики и программы проведения исследований индивидуальных и смесевых взрывчатых материалов, их испытаний	ПСК-1.2.1 Знает основные методы, используемые при проведении исследований индивидуальных и смесевых взрывчатых материалов, их испытаний; ПСК-1.2.2 Знает количественную теорию возникновения и развития самораспространяющихся физико-химических процессов горения и детонации, перехода горения в детонацию;	26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуальных и смесевых

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
			<p>ПСК-1.2.3 Знает физические основы взрыва в средах с различными физико-механическими характеристиками;</p> <p>ПСК-1.2.4 Знает современные представления о методах расчета и создания новых соединений и составов с заданными физико-химическими, взрывчатыми, механическими и другими специальными свойствами;</p> <p>ПСК-1.2.5 Знает принципы подбора компонентов и зависимость важнейших свойств энергоемких смесевых материалов от природы и соотношения компонентов, плотности и структуры заряда, от внешних условий;</p> <p>ПСК-1.2.6 Умеет теоретически рассчитывать и</p>	<p>энергонасыщенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения;</p> <p>промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности при получении и использовании энергонасыщенных материалов и изделий).</p> <p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта.</p>

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
			<p>экспериментально определять термодинамические и взрывчатые характеристики энергонасыщенных материалов;  ПСК-1.2.7  Умеет предлагать и решать задачи, связанные с проведением исследований индивидуальных и смесевых взрывчатых материалов, их испытаний;  ПСК-1.2.8  Умеет прогнозировать взрывчатые свойства энергонасыщенных материалов на основе их физико-химических характеристик;  ПСК-1.2.9  Владеет методиками расчета и экспериментального определения взрывчатых характеристик и специальных свойств энергонасыщенных материалов и изделий;</p>	

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
			ПСК-1.2.10 Владеет навыками экспериментальной работы по исследованию энергонасыщенных соединений; ПСК-1.2.11 Владеет основными экспериментальными методами синтеза, анализа энергонасыщенных соединений, комплексного исследования их физико-химических и взрывчатых свойств.	
<b>Тип задач профессиональной деятельности: технологический</b>				
Организация эффективного и безопасного ведения технологических процессов получения энергонасыщенных материалов и изделий; выполнение инженерных расчетов, обеспечивающих	Технологические процессы получения энергонасыщенных материалов и изделий; методы и приборы для исследования и оценки эффективности и практической пригодности энергонасыщенных	ПК-4 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для контроля его основных параметров, норм выработки и	ПК-4.1 Знает основные особенности проектирования предприятий по производству энергонасыщенных материалов; ПК-4.2 Знает основные этапы внедрения научных разработок в производство; ПК-4.3	26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного



Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<p>проведение существующего технологического процесса или внесения в него необходимых дополнений и изменений;</p> <p>разработка мероприятий по обеспечению требуемого качества продукции, контролю над их выполнением, по предупреждению и устранению случаев нарушения технологического регламента;</p> <p>организация и участие в испытаниях готовой продукции;</p> <p>контроль над соблюдением технологической дисциплины, разбор</p>	<p>материалов и изделий;</p> <p>оборудование для производства и переработки энергонасыщенных материалов и изделий.</p>	<p>технологических нормативов расходования сырья, энергетических затрат, свойств сырья и готовой продукции, обеспечение требований по стандартизации, сертификации, экономической эффективности и качеству продукции</p>	<p>Знает принципы составления технического задания на проектирование опытной или пилотной установки, состав исходных данных для проектирования;</p> <p>ПК-4.4</p> <p>Знает принципы выбора схемы производства;</p> <p>ПК-4.5</p> <p>Знает методы составления теплового и материального баланса, расчета массообменных аппаратов для экстракции и процессов сушки;</p> <p>ПК-4.6</p> <p>Знает законодательную, организационную, научную и техническую основы обеспечения единства измерений, стандартизации и подтверждения соответствия, особенности деятельности организаций в области технического регулирования и управления качеством;</p>	<p>производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения;</p> <p>промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности при получении и использовании энергонасыщенных материалов и изделий).</p> <p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта.</p>

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<p>случаев ее нарушения и анализ вызывающих их причин; подготовка и корректировка технологической документации; участие в проведении опытных работ по внедрению новых рецептур, методик, освоению новых стандартов, новых приборов; анализ расхода сырья и материалов, разработка мероприятий по их экономии и энергосбережению; участие в разработке мероприятий по снижению аварийности, травматизма и профессиональной заболеваемости, по</p>			<p>ПК-4.7 Знает основные схемы сертификации и декларирования в РФ и за рубежом; ПК-4.8 Умеет использовать полученные знания для решения конкретных задач при проектировании производства энергонасыщенных материалов; ПК-4.9 Умеет применять методы контроля и управления качеством продукции и производственного процесса предприятия, анализировать данные о качестве продукции; ПК-4.10 Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции;</p>	

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
механизации и автоматизации процессов.			ПК-4.11 Умеет оценить величину энергозатрат конкретного технологического процесса, его экономическую эффективность; ПК-4.12 Владеет навыками по подготовке исходных данных для проектирования, составлению материального и теплового баланса, выбору технологической схемы производства энергонасыщенных материалов; ПК-4.13 Владеет навыками использования основных инструментов и правил технического регулирования и управления качеством; ПК-4.14 Владеет навыками использования нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий;	

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
			ПК-4.15 Владеет комплексной методикой оценки степени совершенства энерго-химико-технологической системы с точки зрения энерготехнологии, экологии и экономики.	
		ПК-5 способен проверять техническое состояние оборудования, организовывать его профилактические осмотры и текущий ремонт, готов к освоению и эксплуатации нового оборудования	ПК-5.1 Знает конструкции, типажи и критерии работоспособности технологического оборудования, агрегатов химической технологии; ПК-5.2 Знает основы теории совместной работы и методы расчета деталей и узлов машин и аппаратов химической технологии; ПК-5.3 Знает типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета; ПК-5.4 Знает методики расчета технологического оборудования;	26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения; промышленного и опытного

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
			<p>ПК-5.5 Знает научную теоретическую базу теплотехники, основные постулаты и фундаментальные законы прикладной термодинамики;</p> <p>ПК-5.6 Умеет рассчитывать параметры тепло - и массообменного оборудования, подбирать стандартное оборудование, используемое в химической промышленности;</p> <p>ПК-5.7 Умеет производить расчеты по основным критериям работоспособности и конструирования оборудования и аппаратов химической технологии с учетом производственной технологии и эксплуатации;</p> <p>ПК-5.8 Умеет оценить величину энергозатрат конкретного инженерного оборудования, проводить углублённый</p>	<p>производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности при получении и использовании энергонасыщенных материалов и изделий).</p> <p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта.</p>

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
			<p>анализ режима работы теплотехнического оборудования на предмет наиболее эффективного энергопотребления; ПК-5.9 Владеет методологией расчета основных параметров гидромеханических, тепловых и массообменных процессов, основами правильного подбора тепло и массообменного оборудования; ПК-5.10 Владеет основными методами расчета, навыками конструирования и проектирования аппаратов и оборудования химической технологии.</p>	
		<p>ПК-6 Способен добиваться соблюдения норм охраны труда, правил техники безопасности, производственной</p>	<p>ПК-6.1 Знает методики и алгоритмы оценки пожаро и взрывоопасности производства; ПК-6.2 Знает основные</p>	<p>26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств,</p>

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
		санитарии и пожарной безопасности на рабочем месте	<p>организационные и технические моменты обеспечения норм охраны труда, производственной санитарии, технологической безопасности производства энергосодержащих материалов и изделий;  ПК-6.3  Знает методики оценки опасности продуктов и грузов;  ПК-6.4  Умеет определять категоричность опасности производственного процесса, класс опасности основных и промежуточных продуктов;  ПК-6.5  Умеет оценивать энергетический эквивалент аварии по масштабам разрушений;  ПК-6.6  Владеет методами вычисления энергетического эквивалента аварии; методами оценки</p>	<p>методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения; промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности при получении и использовании энергонасыщенных материалов и изделий). Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к</p>

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
			вероятности поражения; ПК-6.7 Владеет алгоритмом расчета возможных разрушений и зон поражения различными поражающими факторами при авариях и взрывах.	выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта.
		ПСК-1.3 Способен применять знания по химии и технологии индивидуальных и смесевых взрывчатых материалов и их отдельных компонентов для управления технологическим процессом, прогнозирования и регулирования основных эксплуатационных свойств, постановки задач по исследованию и проектированию технологии новых взрывчатых материалов и изделий	ПСК-1.3.1 Знает основные свойства, методы технологические процессы получения индивидуальных и смесевых взрывчатых материалов различных классов; ПСК-1.3.2 Знает основные принципы выбора новых энергонасыщенных соединений и создания технологических процессов их производства; ПСК-1.3.3 Знает теоретические основы процессов нитрования – механизм, кинетику и термодинамику; ПСК-1.3.4 Знает аппаратное	26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения; промышленного и опытного производства изделий на



Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
			<p>оформление процессов получения энергонасыщенных материалов различных классов;  ПСК-1.3.5  Знает теоретические основы процессов получения исходных продуктов для производства энергонасыщенных материалов;  ПСК-1.3.6  Умеет синтезировать основные энергонасыщенные материалы различных классов;  ПСК-1.3.7  Умеет выполнять расчеты кислотных смесей, основных параметров технологических процессов получения нитросоединений;  ПСК-1.3.8  Умеет исследовать основные свойства и прогнозировать</p>	<p>основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности при получении и использовании энергонасыщенных материалов и изделий). Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта.</p>

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
			<p>потенциальные области применения новых взрывчатых материалов различных классов;  ПСК-1.3.9  Умеет анализировать информацию об энергоемких смесевых материалах, определять их область применения в зависимости от состава, а также предлагать рецептуры составов для определённой области применения;  ПСК-1.3.10  Умеет прогнозировать пути совершенствования энергоемких смесевых материалов в плане эффективности, экономичности и безопасности по компонентной базе, составу, структуре, технологиям получения, снаряжения, применения;</p>	

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
			<p>ПСК-1.3.11  Умеет прогнозировать перспективные пути развития технологии процессов получения исходных продуктов для производства энергонасыщенных материалов;</p> <p>ПСК-1.3.12  Владеет современной информацией по организации и объему производства индивидуальных и смесевых взрывчатых материалов, исходных продуктов и компонентов в России и за рубежом;</p> <p>ПСК-1.3.13  Владеет навыками изучения и обобщения информации в области химической технологии индивидуальных и смесевых взрывчатых материалов.</p>	

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Тип задач профессиональной деятельности: экспертно-аналитический</b>				
<p>Участие в экспертизе аварийных ситуаций при работах с энергонасыщенными материалами и изделиями; участие в экспертизе чрезвычайных ситуаций, имевших место с использованием энергонасыщенных материалов.</p>	<p>Расчетные методы прогнозирования энергетических характеристик энергонасыщенных материалов</p>	<p>ПК-7 Способен в составе группы проводить экспертизу происшествий с участием энергонасыщенных материалов и изделий</p>	<p>ПК-7.1 Знает теоретические основы современных методов химического и физико-химического анализа высокоэнергетических веществ; ПК-7.2 Знает современные физико-химические и специальные методы исследования высокоэнергетических веществ и изделий на их основе; ПК-7.3 Знает методы обработки полученных результатов, работы с библиотеками спектральных данных и их использования для идентификации взрывчатых материалов; ПК-7.4 Знает методы оценки эффективности энергоёмких материалов по их физико-химическим свойствам и области их использования;</p>	<p>26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения; промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной</p>

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
			<p>ПК-7.5 Знает характеристики основных устройств и изделий, использующих энергию взрыва;</p> <p>ПК-7.6 Умеет использовать имеющееся специальное оборудование и современные приборы физико-химического анализа для исследования взрывчатых материалов и изделий на их основе;</p> <p>ПК-7.7 Умеет решать прямые и обратные задачи взрыва энергонасыщенных материалов в различных средах;</p> <p>ПК-7.8 Владеет навыками проведения и организации работ с использованием химических и физико-химических методов анализа для решения производственных, научно-исследовательских и криминалистических задач;</p>	<p>безопасности при получении и использовании энергонасыщенных материалов и изделий). Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта.</p>

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
			ПК-7.9 Владеет принципами разработки методик и программ для решения аналитических задач в области энергонасыщенных материалов и изделий; ПК-7.10 Владеет навыками и методиками расчета для различных условий практического применения энергонасыщенных материалов; ПК-7.11 Владеет навыками изучения и обобщения информации в области разработки, исследования и применения энергонасыщенных материалов; ПК-7.12 Владеет методами физико-химического анализа для установления структуры, анализа и обнаружения энергонасыщенных материалов.	

## 5 АННОТАЦИИ РАБОЧИХ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН, ПРАКТИК И ГИА

### 5.1 Дисциплины обязательной части

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Иностранный язык» (Б1.О.01)

**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; УК-4.10.

*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							
			1		2		3		4	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>10</b>	<b>360</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>3,6</b>	<b>128</b>	<b>0,9</b>	<b>32</b>	<b>0,9</b>	<b>32</b>	<b>0,9</b>	<b>32</b>	<b>0,9</b>	<b>32</b>
Лекции	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	3,6	128	0,9	32	0,9	32	0,9	32	0,9	32
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>5,4</b>	<b>196</b>	<b>1,1</b>	<b>40</b>	<b>1,1</b>	<b>40</b>	<b>1,1</b>	<b>40</b>	<b>2,1</b>	<b>76</b>
Контактная самостоятельная работа	5,4	0,6	1,1	0,2	1,1	0,2	1,1	0,2	2,1	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		195,4		39,8		39,8		39,8		76
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	-	-	-	-	-	-	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	<b>0,4</b>	-	-	-	-	-	-	1	<b>0,4</b>
Подготовка к экзамену		<b>35,6</b>	-	-	-	-	-	-		<b>35,6</b>
<b>Вид контроля:</b>			<b>Зачет</b>		<b>Зачет</b>		<b>Зачет</b>		<b>Экзамен</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр							
			1		2		3		4	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	10	270	2	54	2	54	2	54	4	108
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>3,6</b>	<b>96</b>	<b>0,9</b>	<b>24</b>	<b>0,9</b>	<b>24</b>	<b>0,9</b>	<b>24</b>	<b>0,9</b>	<b>24</b>
Лекции	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	3,6	96	0,9	24	0,9	24	0,9	24	0,9	24
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>5,4</b>	<b>147</b>	<b>1,1</b>	<b>30</b>	<b>1,1</b>	<b>30</b>	<b>1,1</b>	<b>30</b>	<b>2,1</b>	<b>57</b>
Контактная самостоятельная работа	4	0,45	1,1	0,15	1,1	0,15	1,1	0,15	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		146,55		29,85		29,85		29,85	57	
<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 контроля:</b>			<b>Зачет</b>		<b>Зачет</b>		<b>Зачет</b>		<b>Экзамен</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины «История» (Б1.О.02)

**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 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 как наука. Особенности становления государственности в России.**

### **1.1. История в системе социально-гуманитарных наук. Основы методологии исторической науки. Начало государственности. Киевская Русь.**

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

Славянское общество в эпоху расселения. Этнокультурные и социально-политические процессы становления российской государственности. Основные социально-экономические процессы и специфика формирования феодальных отношений на Руси. Особенности социально-политического развития Киевской Руси. Принятие христианства. Формирование правовой системы.

### **1.2. Русские земли в XII – начале XVI вв. Образование Российского государства**

Причины обособления земель и княжеств. Социально-политическая структура русских земель периода политической раздробленности. Формирование различных социокультурных моделей развития древнерусского общества и государства.

Монголо-татарское нашествие на Русь. Экспансия в Западную и Северо-Западную Русь. Великое княжество Литовское и Русское государство. Социально-политические изменения в русских землях в период монголо-татарского господства. Специфика формирования единого Российского государства. Развитие феодального землевладения. Соперничество княжеств Северо-Восточной Руси. Причины возвышения Московского княжества. Первые московские князья. Дмитрий Донской. Куликовская битва, её историческое значение. Роль церкви в объединительном процессе. Сергий Радонежский.

Особенности политического устройства Российского государства. Иван III. Возникновение сословной системы организации общества. Местничество. Предпосылки складывания самодержавных черт государственной власти. Василий III. Историческое значение образования единого Российского государства.

### **1.3. Россия в середине XVI – XVII вв.**

Иван Грозный: поиск альтернативных путей социально-политического развития Руси. Складывание сословно-представительной монархии и её особенности по сравнению со странами Западной Европы. Земский Собор. Избранная Рада. Реформы 50-х годов XVI века и их значение. Судебник 1550г. Стоглавый Собор 1551г. Присоединение к России Поволжья, Приуралья и Западной Сибири. Ливонская война: цели и причины неудач. Опричнина: причины, сущность, последствия. Хозяйственное разорение 70-80гг. XVI в. Этапы закрепощения крестьянства. Формирование официальной идеологии самодержавия.

«Смутное время»: ослабление государственных начал, попытка возрождения традиционных («домонгольских») норм отношений между властью и обществом. Правление Бориса Годунова. Лжедмитрий I. Боярский царь Василий Шуйский. Восстание И. Болотникова. Лжедмитрий II. Феномен самозванства. Польско-шведская интервенция. Семибоярщина, оккупация Москвы. Роль народного ополчения в освобождении Москвы и изгнании чужеземцев. К. Минин и Д. Пожарский. Земский собор 1613г. Воцарение династии Романовых.

Территория и население страны в XVII в. Влияние последствий «Смутного времени» на экономическое развитие России. Развитие форм феодального землевладения и хозяйства. Соборное Уложение 1649г.: юридическое оформление крепостного права и сословных функций. Рост общественного разделения труда и его специализация. Первые мануфактуры и их характер. Начало формирования всероссийского рынка. Ярмарки. Развитие внутренней и внешней торговли. Укрепление купечества. Новоторговый устав. Централизация власти, начало перехода к абсолютизму. Прекращение деятельности Земских соборов. Изменение роли Боярской Думы. Церковь и государство. Церковный раскол. «Бунташный век». Причины массовых народных выступлений в XVII в.

Городские бунты. Восстание под предводительством С. Разина: причины, особенности, значение и последствия. Российская мысль и культура в преддверии Нового времени.

## **Раздел 2. Российская империя в XVIII- начале XX в.**

### **2.1. Российское государство в XVIII веке – веке модернизации и просвещения**

XVIII век в европейской и мировой истории. Россия и Европа: новые взаимосвязи и различия. Петр I: борьба за преобразование традиционного общества в России. Основные направления «европеизации» страны. Эволюция социальной структуры общества. Внешняя политика Петра I, её связь с преобразованиями внутри страны. Реформы Петра I как первая попытка модернизации страны, её особенности. Развитие промышленности. Усиление роли государства в наращивании производительных сил страны. Концепция меркантилизма и её реализация в России. Создание регулярной армии и флота. Административная реформа. Церковная реформа. Табель о рангах. Борьба с консервативной оппозицией. Оформление абсолютизма, основные черты и историческое значение. Провозглашение России империей. Упрочение международного авторитета страны.

Дворцовые перевороты, их причины, социально-политическая сущность и последствия. Фаворитизм. Расширение привилегий дворянства. Дальнейшая бюрократизация госаппарата. Внешняя политика во второй четверти – середине XVIII века.

Екатерина II: истоки и сущность дуализма внутренней политики. «Просвещенный абсолютизм». Секуляризация церковных земель. Уложенная комиссия. Крестьянский вопрос. Народное восстание под предводительством Е. Пугачева (предпосылки, характер, особенности, место в истории). Укрепление государственного аппарата. Губернская реформа. Сословная политика Екатерины II. Новый юридический статус дворянства. Внешняя политика России во второй половине XVIII века. Дальнейшее расширение границ Российской империи.

Царствование Павла I. Попытка ограничения дворянской власти самодержавными средствами. Ужесточение политического режима.

Русская культура XVIII века: от петровских инициатив к «веку просвещения».

### **2.2. 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.

Крестьянский вопрос: этапы решения. Первые подступы к отмене крепостного права в начале XIX в. Указ 1803г. о «свободных хлебопашцах», указ 1842г. об «обязанных крестьянах». Реформа П. Д. Киселева. Решение крестьянского вопроса в период правления Александра II. Предпосылки и причины отмены крепостного права в России. «Манифест» 19 февраля 1861г. и «Положения»: их содержание, значение, воздействие на развитие пореформенной России.

Попытки реформирования системы государственного управления. Проекты либеральных реформ М. М. Сперанского и Н. Н. Новосильцева при Александре I. Изменение политического курса в начале 20-х гг. XIX в. Внутренняя политика Николая I. Укрепление самодержавной власти. Дальнейшая централизация, бюрократизация государственного строя России. Усиление репрессивных мер.

Реформы 60-70-х гг. в области местного управления, суда, армии, печати и др. Историческое значение преобразований 60-70-х гг. «Контрреформы» Александра III.

Общественное движение в России XIX века. Формирование трех течений: консервативно-охранительного, либерального и радикального. Консервативно-охранительное направление. Н. М. Карамзин. С. П. Шевырев. М. П. Погодин. М. Н. Катков. К. П. Победоносцев. Д. И. Иловайский. С. С. Уваров. Теория «официальной народности».

Либеральное направление. Идейное наследие П. Я. Чаадаева. Западники и славянофилы. К. Д. Кавелин. Б. И. Чичерин. А. И. Кошелев. К. С. Аксаков. Становление

идеологии русского либерализма. Либеральная бюрократия и её роль в реформах 60-70-х гг. XIX в. Земское движение. Особенности российского либерализма.

Радикальное направление. Начало освободительного движения. Декабристы. Формирование идеологии декабризма. Эволюция движения: «Союз спасения», «Союз благоденствия», Северное и Южное общество. Основные программные документы. Восстания в Петербурге и на юге. Причины поражения и значение выступления декабристов. Попытки продолжить традицию декабристов. Кружки 20-30-х годов XIX в. Предпосылки и источники социализма в России. «Русский социализм» А. И. Герцена и Н. Г. Чернышевского. Петрашевцы. С. Г. Нечаев и «нечаевщина». Народничество. М. А. Бакунин. П. Л. Лавров. П. Н. Ткачев. Политические доктрины и революционная деятельность народнических организаций в 70-х – начале 80-х гг. XIX в. Либеральные народники 80-90-х годов. Становление рабочего движения. Оформление марксистского течения. Г. В. Плеханов. В. И. Ульянов (Ленин).

Внешняя политика России в XIX в. Причины Отечественной войны 1812г. Значение победы России в войне против Наполеона и освободительного похода в Европу. Российское самодержавие и «Священный Союз». Восточный вопрос и его решение в XIX веке. Россия и народы Северного Кавказа. Крымская война, её причины и последствия. Политика России на Дальнем Востоке. Продажа Аляски. Присоединение Средней Азии к России.

Русская культура в XIX в. Общие достижения и противоречия.

### **2.3. Россия в начале XX века (1900 – 1917гг.)**

Территория и население России в начале XX века. Социальная структура.

Особенности социально-экономического развития России в начале XX века. Объективная потребность индустриальной модернизации России. Усиление государственного регулирования экономики. Реформы С. Ю. Витте. Русская деревня в начале XX века.

Соотношение политических сил в России в начале XX века. Нарастание кризиса самодержавия. Первая российская революция: причины, характер, особенности, движущие силы, этапы, значение. Манифест 17 октября 1905 г. Образование политических партий, их генезис, классификация, программа, тактика. Государственная дума начала XX века – первый опыт российского парламентаризма. Третьеиюньская политическая система (1907-1914): власть и общество. Столыпинская аграрная реформа: экономическая, социальная и политическая сущность, итоги, последствия.

Первая мировая война и участие в ней России. Влияние войны на социально-экономическое и политическое развитие России. Кризис власти в годы войны и его истоки. Влияние войны на приближение общенационального кризиса. Россия накануне революции.

Победа Февральской революции и коренные изменения в политической жизни страны. Временное правительство и Петроградский Совет. Политические партии в условиях двоевластия. Альтернативы развития России после Февраля. Социально-экономическая политика новой власти. Кризисы власти. Корниловское выступление и его разгром.

## **Раздел 3. От советского государства к современной России.**

### **3.1. Формирование и сущность советского строя (1917-1991 гг.)**

Большевистская стратегия: причины победы. Подготовка и победа Октябрьского вооруженного восстания в Петрограде. II Всероссийский съезд Советов и его решения. Экономическая и социальная политика большевиков. Начало формирования однопартийной политической системы. Роспуск Учредительного собрания. Конституция 1918г. Брестский мир.

Гражданская война: причины, этапы, расстановка сил, результаты и последствия. Интервенция: причины, формы, масштаб. Идеология, политика, практика «военного коммунизма».

Положение страны после окончания гражданской войны. Социально-экономический и политический кризисы в стране на рубеже 1920-1921гг. Переход к новой экономической политике. Сущность, цели, реализация, противоречия, судьба и значение НЭПа. Утверждение однопартийной политической системы.

Национально-государственное строительство в 20-е гг. Дискуссии об образовании СССР. I съезд Советов СССР, его решения и место в истории. Конституция СССР 1924г.

Политическая борьба в партии и государстве. Последние работы В. И. Ленина о внутренней и внешней политике Советского государства. Возвышение И. В. Сталина. Борьба с оппозицией по вопросам развития страны. Свертывание НЭПа, курс на строительство социализма в одной стране.

СССР в годы первых пятилеток (конец 20-х гг. – 30-е гг.). Форсированное социалистическое строительство в СССР. Индустриализация: предпосылки, источники накопления, метод, темпы, результаты. Политика сплошной коллективизации сельского хозяйства, её причины, экономические и социальные последствия. Цена «большого скачка».

Формирование режима личной власти Сталина и командно-административной системы управления государством. Сращивание партийных и государственных структур. Номенклатура. Роль и место Советов, профсоюзов, судебных органов и прокуратуры в создаваемой тоталитарной политической системе. Карательные органы. Массовые репрессии.

Проблема массовой поддержки советского режима в СССР. Унификация общественной жизни, «культурная революция». Борьба с инакомыслием. Спротивление сталинизму и причины его поражения. Отношение государства к религии.

Внешняя политика СССР в 20-30-е гг. Первые шаги советской дипломатии. Генуэзская конференция. Международное признание СССР. Обострение политической обстановки в Европе накануне второй мировой войны. Первые военные конфликты. Мюнхенское соглашение и его влияние на международное положение. Неудачи переговоров между СССР, Англией, Францией о предотвращении войны. Советско-германский пакт о ненападении: причины, последствия. Современные споры о международном кризисе 1939 – 1941 гг.

СССР во второй мировой и Великой Отечественной войне. Решающий вклад Советского Союза в разгром фашизма. Причины и цена победы. Участие СССР в войне против Японии. Итоги и уроки второй мировой войны.

Изменение соотношения сил в мире после второй мировой войны. Начало «холодной войны». СССР и США. СССР и страны Восточной Европы. Создание «социалистического лагеря».

Трудности послевоенного развития СССР; восстановление народного хозяйства и ликвидация атомной монополии США. Ужесточение политического режима и идеологического контроля. Новый виток массовых репрессий.

Первое послесталинское десятилетие. Реформаторские поиски в советском руководстве. Попытки обновления «государственного социализма». Экономические реформы, попытки перевода экономики СССР на интенсивный путь развития в условиях НТР. XX съезд КПСС и осуждение культа личности Сталина. Реабилитация жертв репрессий и депортаций. Номенклатурная «либерализация». «Оттепель» в духовной сфере. Причины замедления темпов экономического и социального развития в начале 60-х годов. XXII съезд КПСС и концепция «перехода от социализма к коммунизму».

Внешняя политика в годы «оттепели»: начало перехода от конфронтации к разрядке международной напряженности. Карибский кризис (1962 г.): победа политического реализма.

Смена власти и политического курса в 1964 г., экономические реформы середины 60-х годов, причины их незавершенности. Власть и общество в 1964 – 1984 гг. Кризис господствующей идеологии. Причины политики ограничений и запретов в культурной жизни СССР. Диссидентское движение: предпосылки, сущность, основные этапы развития. Нарастание кризисных явлений в советском обществе в 70-е – середине 80-х годов.

Внешняя политика СССР в конце 60-х начале 80-х гг.: от разрядки к обострению международной обстановки. Разработка Программы мира и её реализация. Ввод советских войск в Афганистан и его последствия.

Курс на радикальное обновление советского общества. «Перестройка»: сущность, цели, задачи, основные этапы, результаты. Новые структуры государственной власти, первые съезды народных депутатов СССР, новые общественные движения и политические партии, президентская форма правления. «Новое политическое мышление» и изменение геополитического положения СССР. ГКЧП и крах социалистического реформаторства в СССР. Распад СССР, прекращение существования КПСС. Образование СНГ.

### 3.2. Становление новой российской государственности (с 1991- по настоящее время).

Внутренняя политика России. Либеральная концепция российских реформ: переход к рынку, формирование гражданского общества и правового государства. «Шоковая терапия» экономических реформ в начале 90-х годов. Конституционный кризис в России 1993 г. и демонтаж системы власти Советов. Конституция Российской Федерации 1993 г. Политические партии и общественные движения России на современном этапе. Межнациональные отношения. Чеченская война. Наука, культура, образование в рыночных условиях. Социальная цена и первые результаты реформ. Политические партии и общественные движения России на современном этапе.

Россия в начале XXI века. Современные проблемы человечества и роль России в их решении. Региональные и глобальные интересы России. Социально-экономическое положение РФ в период 2001-2019 года. Мировой финансовый и экономический кризис и Россия. Внешняя политика Российской Федерации в 1991 – 2019 гг. Принципы внешней политики. Россия и страны дальнего зарубежья. Отношения со странами СНГ. Россия в системе мировой экономики и международных связей.

## 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>
<b>в том числе в форме практической подготовки (при наличии)</b>	-	-	-
Лекции	0,9	32	24
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,4	16	12
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,7</b>	<b>60</b>	<b>45</b>
Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)	1,7		
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (или другие виды самостоятельной работы)		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 «Философия» (Б1.О.03)

**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-5.8, 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>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>48,4</b>	<b>36,3</b>
Лекции:	0,89	32	24,2
Практические занятия:	0,44	16	12,1
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>1,67</b>	<b>60</b>	<b>45</b>
Контактная самостоятельная работа	1,67	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,6	44,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

#### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Правоведение»**

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

**2. Изучения дисциплины направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения:** УК-11.1; УК-11.2; УК-11.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-4.6; ОПК-4.9; ОПК-4.10; ОПК-4.13; ОПК-4.14

*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 собственности.
- 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	0,45	16	12
Практические занятия (ПЗ)	<b>0,45</b>	<b>16</b>	<b>12</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,12</b>	<b>40</b>	<b>30</b>
Контактная самостоятельная работа	1,12	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		39,6	29,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Экология» (Б1.О.05)

**1. Цель дисциплины** – сформировать у студентов представление о современных экологических проблемах, о физико-химических процессах, протекающих в различных компонентах окружающей среды и о степени антропогенного воздействия на эти процессы; выработать у студентов навыки системного подхода к изучению и решению экологических проблем, возникших в результате промышленно-хозяйственной деятельности человека, развить мышление, позволяющее правильно оценивать локальные и отдаленные последствия принимаемых решений для окружающей среды и человека.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*УК-8.1; УК-8.2; ОПК-4.2; ОПК-4.8; ОПК-4.12; ОПК-4.13; ОПК-4.18*

*Знать:*

- основные законы общей экологии;
- закономерности строения и функционирования биосферы;
- современные экологические проблемы;
- основные принципы защиты природной среды от антропогенных воздействий;
- строение основных геосфер Земли и основные физико-химические процессы, протекающие в них;
- основные понятия и принципы концепции устойчивого развития;
- основные сведения о глобальной проблематике, природных ресурсах, планетарных границах, антропогенном воздействии на окружающую среду, управлении качеством окружающей среды,
- принципы зеленой химии;

*уметь:*

- рассматривать конкретные пути решения проблем охраны природы в различных географических и экономических условиях;
- применять полученные знания для оценки состояния окружающей среды и рационального использования природных ресурсов;
- использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных для решения конкретных экологических проблем;
- применять полученные знания в процессе дальнейшей учебы, при изучении профессиональных и профильных дисциплин, и в будущей практической деятельности;

*владеть:*

- базовыми теоретическими знаниями в области экологии.

- базовыми знаниями в области экономирования;
- понятийным аппаратом в области общей экологии, рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды;
- методами идентификации локальных экологических проблем, оценки их значимости.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### ***Введение, основные понятия***

Цели, задачи дисциплины. Место дисциплины в системе общего и химического образования. Экологическое образование и образование для устойчивого развития. Общество и окружающая среда.

#### ***Раздел 1. Общие вопросы экологии. Биосфера. Биоэкология. Биосфера и устойчивость***

1.1 Основные законы экологии. Биоэкология. Понятие об экосистемах. Устойчивость экосистем Биосфера, ее эволюция и устойчивость. Экосистемы Земли и устойчивость. Основные сведения о планете Земля. Основные понятия экологии. Законы и принципы экологии. Потоки энергии и вещества в экосистемах. Основные биогеохимические циклы (круговороты веществ). Цикличность процессов в биосфере и устойчивость.

1.2 Народнонаселение. Человечество как часть биосферы. Демографические проблемы. Динамика человеческой популяции, рождаемость, смертность, возрастная структура. Проблемы современного этапа роста численности населения. Географическое распределение населения. Регулирование народонаселения.

#### ***Раздел 2. Строение и состав геосфер Земли. Основные физико-химические процессы, протекающие в геосферах***

2.1 Атмосфера Земли. Строение атмосферы, роль фотохимических реакций в формировании состава атмосферы. Парниковый эффект. Парниковые газы в атмосфере. Климатические последствия антропогенной деятельности. Распределение концентрации озона в атмосфере. Озоновый слой. Природный цикл озона. Современное состояние озонового слоя. Последствия разрушения озонового слоя Земли для человека и биосферы в целом. Стратосферный озон и тропосферный озон: сходство и различия. Международное сотрудничество в области ограничения производства и использования озоноразрушающих веществ. Монреальский протокол. Кислотные дожди и процессы окисления примесей в тропосфере. Фотохимический смог.

2.2. Гидросфера Земли. Виды вод на Земле. Пресные воды. Гидрологический цикл. Глобальные экологические проблемы гидросферы. Главные катионы и анионы природных вод. Кислотно-основное равновесие в природных водах. Щелочность природных вод. Основные причины, этапы и последствия закисления природных водоемов. Окислительно-восстановительные процессы в природных водоемах. Стратификация природных водоемов. Процессы эвтрофикации водоемов. Причины и последствия.

2.3. Литосфера Земли. Земная кора. Почва. Строение почвенного слоя. Состав почв. Органические вещества в почве. Роль живых организмов в формировании почвенного слоя. Тяжелые металлы в почве. Деградация почв. Водная и ветровая эрозия почв.

#### ***Раздел 3. Антропогенное воздействие на окружающую среду и рациональное природопользование***

3.1. Природные ресурсы. Понятие об отходах производства и потребления. Малоотходные и безотходные производства.

3.2 Понятие о планетарных границах. Антропогенные нарушения биогеохимических циклов азота и фосфора. Основы экономирования. Основные принципы зеленой химии.

#### ***Раздел 4. Устойчивое развитие***

Устойчивое развитие. История становления понятия. Вклад отечественных ученых. Цели устойчивого развития ООН. Международное сотрудничество в области устойчивого

развития. Промышленная экология и зеленая химия как инструмент обеспечения устойчивого развития. Социальная ответственность химиков. Экологическая этика.

#### 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	0,45	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
<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 «Экономика и управление производством» (Б1.О.06)

**1. Цель дисциплины:** получение системы знаний об экономических закономерностях функционирования химического производства в системе национальной экономики, обучение экономическому мышлению и использованию знаний в практической деятельности.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:**

*Обладать* следующими универсальными (УК) и общепрофессиональными (ОПК) компетенциями индикаторами их достижения:

- способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности (УК-10): УК-10.1, УК-10.2, УК-10.3);
- способен организовывать самостоятельную и коллективную производственную и научно-исследовательскую деятельность, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок (ОПК-4): ОПК-4.4, ОПК-4.5, ОПК-4.6, ОПК-4.7, ОПК-4.11), ОПК-4.15, ОПК-4.16, ОПК-4.17;

*знать:*

- основы экономики в различных сферах жизнедеятельности;
- нормативные правовые акты, регламентирующие деятельность предприятия;
- методы разработки оперативных и производственных планов;
- методы и способы оплаты труда;

*уметь:*

- составлять заявки на оборудование;
- составлять отчеты по выполнению технических заданий;
- составлять техническую документацию;
- организовать работу коллектива в условиях действующего производства;
- готовить исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа;
- разрабатывать оперативные планы работ первичных производственных подразделений;

*владеть:*

- методами и инструментами проведения экономического анализа затрат и результатов деятельности производственных подразделений;
- инструментами планирования и выполнения мероприятий по производству продукции;
- основами экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности.

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

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

**1.1 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.

**1.2 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.

**1.3 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.

**1.4 Финансовая система и финансовая политика общества.** Государственный бюджет и государственный долг. Налоги и налоговая система.

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

**2.1 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.

**2.2 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.

**2.3 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.

**2.4 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. Технико-экономический анализ инженерных решений**

**3.1 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. 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.

**3.2 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.

**3.3 Финансово-кредитные отношения предприятий и система налогообложения.** Понятие, состав и структура финансов предприятия. Сущность, функции и задачи финансов предприятия. Собственные и заемные финансовые ресурсы. Баланс доходов и расходов. Налоговая политика. Принципы налогообложения. Налоги и платежи, установленные законодательством: виды, ставки, объекты налогообложения и сроки уплаты налога в бюджет.

### **4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>108</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
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,1</b>	<b>76</b>	<b>57</b>
Контактная самостоятельная работа	2,1	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		76	57
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>
Подготовка к экзамену.		<b>35,6</b>	<b>26,7</b>
<b>Вид контроля:</b>	<b>экзамен</b>		

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» (Б1.О.07)**

**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.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе специалитета 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, УК-8.10.

*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 пожаровзрывоопасные 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	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,3</b>	<b>48</b>	<b>36</b>
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Лаборатория	0,44	16	12
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,67</b>	<b>60</b>	<b>45</b>
Контактная самостоятельная работа	1,67	0,4	0,3
Подготовка к лабораторным работам		20	15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		39,6	29,7
<b>Экзамен</b>	-	-	-
Контактная работа – промежуточная аттестация	-	-	-
Подготовка к экзамену.		-	-
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Математика» (Б1.О.08)

**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-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.10; ОПК-1.19

*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. Правила и требования при изучении курса.

##### **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. Предел функции в точке. Односторонние пределы. Пределы на бесконечности. Бесконечно малые и бесконечно большие функции, их свойства и взаимная связь. Свойства пределов. 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. Правила дифференцирования. Таблица основных производных. Дифференциал функции, его применения к приближенным вычислениям. Инвариантность формы первого дифференциала. Производная сложной функции. Дифференцируемость функции: определение, теоремы о связи дифференцируемости с непрерывностью и с существованием производной. Основные теоремы дифференциального исчисления: Ролля, Лагранжа, Коши. Правило Лопиталя (раскрытие неопределенностей). Производные высших порядков. Локальный экстремум функции. Необходимые и достаточные условия экстремума. Правило исследования функции на монотонность и экстремум. Признаки выпуклости и вогнутости функции. Точки перегиба. Необходимое и достаточное условия перегиба. Асимптоты функции, их виды и способы нахождения. 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, интегрирование подстановкой, интегрирование по частям. Интегрирование рациональных дробей. Интегрирование некоторых иррациональных и тригонометрических функций. Определенный интеграл, его геометрический смысл. Свойства определенного интеграла. Формула Ньютона-Лейбница. Теорема о среднем значении. Замена переменной и интегрирование по частям в определенном интеграле. Приложения определенного интеграла к вычислению площадей плоских фигур. Понятие несобственных интегралов: определения, свойства, методы вычисления.

#### **2 СЕМЕСТР**

**Раздел 5. Дифференциальное исчисление функции нескольких переменных. Элементы теории поля**

Функции двух и более переменных: определение, область определения, область изменения, геометрическая интерпретация, линии уровня. Предел функции в точке. Частные производные (на примере функции двух переменных). Дифференцируемость функции нескольких переменных. Достаточные условия дифференцируемости. Полная производная. Производная сложной функции. Полный дифференциал. Инвариантность полного дифференциала. Аналитический признак полного дифференциала. Дифференцирование функции одной и двух переменных, заданной неявно. Частные производные и полные дифференциалы высших порядков. Теорема о равенстве смешанных производных (для функции двух переменных). Локальные экстремумы функции двух переменных: необходимое и достаточное условия экстремума. Условный экстремум (метод множителей Лагранжа). Наибольшее и наименьшее значение функции в замкнутой области. Основные понятия теории поля. Скалярное поле. Поверхности и линии уровня. Производная по направлению. Градиент скалярного поля и его свойства. Векторное поле. Дивергенция поля. Ротор поля. Связь между градиентом и производной по направлению.

#### **Раздел 6. Кратные интегралы**

Двойной интеграл: определение, геометрический смысл, свойства. Вычисление двойного интеграла в декартовой и полярной системах координат. Интеграл Пуассона. Тройной интеграл: определение, геометрический смысл, свойства. Вычисление тройного интеграла. Приложения двойного и тройного интегралов.

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

Криволинейный интеграл по координатам: определение, свойства, вычисление. Работа в силовом поле. Формула Грина. Криволинейные интегралы, не зависящие от пути интегрирования. Потенциальная функция, потенциальное поле. Понятие поверхностного интеграла. Поток вектора через поверхность. Теорема Гаусса-Остроградского. Формула Стокса.

### **3 СЕМЕСТР**

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

Дифференциальные уравнения: порядок, решение, теорема существования и единственности решения. Задача Коши. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные дифференциальные уравнения. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель.

#### **Раздел 9. Дифференциальные уравнения второго и $n$ -го порядка**

Дифференциальные уравнения второго порядка, допускающие понижение порядка. Линейные дифференциальные уравнения второго порядка. Свойства решений. Линейная независимость функций. Определитель Вронского. Структура общего решения линейного дифференциального уравнения второго порядка. Фундаментальная система решений. Линейные однородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами: построение общего решения. Метод Эйлера. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами. Общее и частное решения неоднородных уравнений. Линейные дифференциальные уравнения  $n$ -го порядка: свойства решений, теоремы о структуре общего решения, метод вариации постоянных. Линейные дифференциальные уравнения  $n$ -го порядка с постоянными коэффициентами. Алгоритм построения общего решения.

#### **Раздел 10. Системы дифференциальных уравнений**

Системы дифференциальных уравнений первого порядка: общие понятия, теорема существования и единственности общего решения. Системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка: интегрирование методом исключения. Системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка: свойства решений, теоремы о структуре общего решения, метод вариации постоянных. Системы линейных однородных и неоднородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Элементы теории устойчивости. Методы численного решения дифференциальных уравнений.

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

Числовые ряды: основные понятия, свойства сходящихся рядов, необходимый признак сходимости. Гармонический ряд. Ряды Дирихле. Признаки сравнения рядов с положительными членами. Признак Даламбера. Интегральный и радикальный признаки Коши. Знакопередающие ряды: признак Лейбница. Знакопеременные ряды: понятия абсолютной и условной сходимости, признак абсолютной сходимости, свойства абсолютно и условно сходящихся рядов.

Функциональные ряды: основные понятия, область сходимости. Степенные ряды: радиус, интервал, область сходимости. Свойства степенных рядов. Ряды Тейлора и Маклорена: свойства, условие сходимости ряда к исходной функции, основные разложения. Разложение функции в ряд Маклорена с помощью основных разложений. Главное значение функции. Эквивалентные функции. Применение рядов Тейлора и Маклорена для вычисления пределов.

### **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>20</b>	<b>720</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>8,0</b>	<b>288</b>	<b>2,66</b>	<b>96</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>
Лекции	4,0	144	1,33	48	0,89	32	0,89	32	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	4,0	144	1,33	48	0,89	32	0,88	32	0,89	32
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>9,0</b>	<b>324</b>	<b>3,34</b>	<b>120</b>	<b>1,22</b>	<b>44</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>
Контактная самостоятельная работа	9,0	0,4	3,34	0,4	1,22	0	2,22	0	2,22	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		323,6		119,6		44		80		80
<b>Вид контроля – Зачет с оценкой</b>			+	+						
<b>Вид контроля – Экзамен</b>	<b>3</b>	<b>108</b>			<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	3	1,2			1	0,4	1	0,4	1	0,4
Подготовка к экзамену.		106,8				35,6		35,6		35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</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>20</b>	<b>540</b>	<b>6</b>	<b>135</b>	<b>4</b>	<b>108</b>	<b>5</b>	<b>135</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>8,0</b>	<b>216</b>	<b>2,66</b>	<b>72</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>
Лекции	4,0	108	1,33	36	0,89	24	0,89	24	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	4,0	108	1,33	36	0,89	24	0,88	24	0,89	24
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>9,0</b>	<b>243</b>	<b>3,34</b>	<b>90</b>	<b>1,22</b>	<b>33</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>
Контактная самостоятельная работа	9,0	0,3	3,34	0,3	1,22	0	2,22	0	2,22	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		242,7		89,7		33		60		60
<b>Вид контроля – Зачет с оценкой</b>			+	+						
<b>Вид контроля – Экзамен</b>	<b>3</b>	<b>81</b>			<b>1</b>	<b>27</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	3	0,9			1	0,3	1	0,3	1	0,3
Подготовка к экзамену.		80,1				26,7		26,7		26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>	

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Введение в информационные технологии» (Б1.О.9)

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

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

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:  
ОПК-3.1; ОПК-3.3; ОПК-3.5; ОПК-3.7

В результате освоения дисциплины 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 дисциплины**

#### **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 polyld, 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 решение 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, сходимость 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 СНУ. 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 дисциплины 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 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>3,78</b>	<b>136</b>	<b>2,36</b>	<b>85</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
в том числе в форме практической подготовки	1	36	0,5	18	0,5	18
Лекции (Л)	0,47	17	0,47	17	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,42	51	0,94	34	0,47	17
в том числе в форме практической подготовки	0,5	18	0,25	9	0,25	9
Лабораторные работы (ЛР)	1,89	68	0,94	34	0,94	34
в том числе в форме практической подготовки	0,5	18	0,25	9	0,25	9
<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>
Переработка учебного материала	0,06	2	0,06	2	-	-
Подготовка к практическим занятиям	0,17	6	0,06	2	0,11	4
Подготовка к лабораторным работам	0,31	11	0,06	2	0,25	9
Подготовка к экзамену	0,36	13	0,36	13	-	-
Подготовка к промежуточному контролю	0,17	6	0,06	2	0,11	4
Другие виды самостоятельной работы	0,17	6	0,06	2	0,11	4
<b>Виды контроля</b>						
<b>Зачет</b>			-	-	+	+
<b>Экзамен</b>			+	+	-	-
Контактная самостоятельная работа		0,4		0,4		-
Самостоятельно изучение разделов дисциплины	1	35,6	1	35,6	-	-
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Зачет</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			1 семестр		2 семестр	
	ЗЕ	Акад. 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>3,78</b>	<b>102</b>	<b>2,36</b>	<b>63,75</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
в том числе в форме практической подготовки	1	27	0,5	13,5	0,5	13,5
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
в том числе в форме практической подготовки	0,5	13,5	0,25	6,75	0,25	6,75
Лабораторные работы (ЛР)	1,89	51	0,94	25,5	0,94	25,5
в том числе в форме практической подготовки	0,5	13,5	0,25	6,75	0,25	6,75
<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>
Переработка учебного материала	0,06	1,5	0,06	1,5	-	-
Подготовка к практическим занятиям	0,17	4,5	0,06	1,5	0,11	3
Подготовка к лабораторным работам	0,31	8,25	0,06	1,5	0,25	6,75
Подготовка к экзамену	0,36	9,75	0,36	9,75	-	-
Подготовка к промежуточному контролю	0,17	4,5	0,06	1,5	0,11	3
Другие виды самостоятельной работы	0,17	4,5	0,06	1,5	0,11	3
<b>Виды контроля</b>						
<b>Зачет</b>			-	-	+	+
<b>Экзамен</b>			+	+	-	-
Контактная самостоятельная работа		0,3		0,3		-
Самостоятельно изучение разделов дисциплины	1	26,7	1	26,7	-	-
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Зачет</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Физика» (Б1.О.10)

**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-1.4, ОПК-1.12, ОПК-1.21.*

*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. Основы механики.*

Кинематика точки. Механическое движение. Траектория. Путь перемещение. Скорость и ускорение. Относительность движения. Типы движения в кинематике. Равномерное и равнопеременное движение. Графическое представление движение. Свободное падение тел. Равномерное движение по окружности. Основы динамики. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Масса. Сила. Второй закон Ньютона. Условия равновесия тел. Законы сохранения в механике. Импульс тела. Закон сохранения импульса. Механическая работа. Мощность. Механическая энергия тела. Закон сохранения энергии в механике. Механические колебания и волны. Гармонические колебания. Математический маятник. Пружинный маятник. Превращение энергии при гармонических колебаниях. Распространение механических волн в упругих средах.

#### *Раздел 2. Основы молекулярной физики.*

Основные положения молекулярно-кинетической теории. Атомная гипотеза. Масса и размер молекул. Число Авогадро. Идеальный газ. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Абсолютная температурная шкала. Уравнение состояния идеального газа. Изотермический, изохорный и изобарный процессы. Смесь идеальных газов. Понятие о фазовых переходах. Взаимные превращения жидкостей и газов. Испарение и конденсация. Насыщенный и ненасыщенный пары. Кипение жидкости. Влажность воздуха.

#### *Раздел 3. Основы термодинамики.*

Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия. Количество теплоты. Теплоемкость вещества. Работа в термодинамике. Первое начало термодинамики. И его применение к различным процессам. Адиабатный процесс. Второе начало термодинамики. Необратимость процессов в природе. Понятие о втором начале термодинамики. Принцип действия тепловых двигателей. КПД тепловых двигателей. Идеальная тепловая машина.

*Раздел 4. Физические основы механики.*

Предмет кинематики. Перемещение, скорость, ускорение. Кинематические характеристики вращательного движения. Законы Ньютона. Закон всемирного тяготения. Закон всемирного тяготения. Движение тела переменной массы. Уравнения Мещерского. Формула Циолковского. Упругий и неупругий удары шаров. Момент инерции материальной точки и твердого тела. Кинематика гармонических колебаний. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний. Понятие о затухающих и вынужденных колебаниях. Волновое движение. Волны продольные и поперечные.

*Раздел 5. Молекулярная физика и термодинамика.*

Элементы термодинамики и физической кинетики. Идеальный газ. Распределение Больцмана и его общезначимый смысл. Реальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Термодинамический метод в физике. Равновесные состояния. Начала термодинамики. Циклы. Энтропия и ее статистическое толкование. Явление переноса. Диффузия. Закон Фика. Теплопроводность. Закон Фурье. Внутреннее трение (вязкость). Закон Ньютона.

*Раздел 6. Электростатика и постоянный электрический ток.*

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

*Раздел 7. Электромагнетизм.*

Закон Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Лоренца. Магнетики. Электромагнитная индукция. Уравнение Максвелла.

*Раздел 8. Оптика.*

Интерференция волн. Дифракция волн. Поляризация волн. Тепловое излучение. Закон Кирхгофа. Гипотеза Планка. Квантовое объяснение теплового излучения. Эффект Комптона. Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Атом водорода по Бору.

*Раздел 9. Элементы квантовой физики.*

Гипотеза де Бройля. Волновое уравнение Шредингера для стационарных состояний. Опыты Штерна-Герлаха. Многоэлектронный атом. Эффект Зеемана. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Фононы. Законы Дебая и Эйнштейна. Характеристики ядра: заряд, масса, энергия связи нуклонов. Ядерные реакции. Фундаментальные взаимодействия и основные классы элементарных частиц.

**4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Всего		Семестр					
			1		2		3	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	14	504	2	72	6	216	6	216
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	5,77	208	0,88	32	2,67	96	2,22	80

Лекции	2.22	80	0.44	16	0,89	32	0,89	32
Лабораторные работы	1.33	48	-	-	0,89	32	0,44	16
Практические занятия (ПЗ)	2.22	80	0.44	16	0,89	32	0,89	32
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6.23</b>	<b>224</b>	<b>1.12</b>	<b>40</b>	<b>2,33</b>	<b>84</b>	<b>2,78</b>	<b>100</b>
Контактная самостоятельная работа	6.23	0,2	1,12	0,2	2,33	-	2,78	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		223,8		39,8		84		100
<b>Экзамен</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>-</b>	<b>-</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 контроля:</b>			<b>Зачет</b>		<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр					
	ЗЕ	Астр. ч.	2		2		3	
			ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>14</b>	<b>378</b>	<b>2</b>	<b>54</b>	<b>6</b>	<b>162</b>	<b>6</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>5.77</b>	<b>156</b>	<b>0.88</b>	<b>24</b>	<b>2,67</b>	<b>72</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>
Лекции	2.22	60	0.44	12	0,89	24	0,89	24
Лабораторные работы	1.33	36	-	-	0,89	24	0,44	12
Практические занятия (ПЗ)	2.22	60	0.44	12	0,89	24	0,89	24
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6.23</b>	<b>168</b>	<b>1.12</b>	<b>30</b>	<b>2,33</b>	<b>63</b>	<b>2,78</b>	<b>75</b>
Контактная самостоятельная работа	6.23	0,15	1,12	0,15	2,33	-	2,78	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		167,85		29,85		63		75
<b>Экзамен</b>	<b>2</b>	<b>54</b>	<b>-</b>	<b>-</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 контроля:</b>			<b>Зачет</b>		<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Общая и неорганическая химия» (Б1.О.11)

**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-1.5; ОПК-1.13; ОПК-1.14; ОПК-1.22.

*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  $\Delta G^\circ$  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

Виды учебной работы	Всего		1 семестр		2 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<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 (Лек)	1,78	64	0,89	32	0,89	32
Лабораторные занятия (Лаб)	3,56	128	1,78	64	1,78	64

Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	0,89	32		
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>3,78</b>	<b>136</b>	<b>2,44</b>	<b>88</b>	<b>1,34</b>	<b>48</b>
Контактная самостоятельная работа	3,78	-	2,44	-	1,34	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		136		88		48
<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 контроля:</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>	

Виды учебной работы	Всего		1 семестр		2 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<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 (Лек)	1,78	48	0,89	24	0,89	24
Лабораторные занятия (Лаб)	3,56	96	1,78	48	1,78	48
Практические занятия (ПЗ)	0,89	24	0,89	24		
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>3,78</b>	<b>102</b>	<b>2,44</b>	<b>66</b>	<b>1,34</b>	<b>36</b>
Контактная самостоятельная работа	3,78	-	2,44	-	1,34	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		102		66		36
<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 контроля:</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Органическая химия» (Б1.О.12)

**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; приобретение знаний и навыков для осуществления синтеза органических веществ.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ОПК-1.6; ОПК-1.15; ОПК-1.23

*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. Теоретические основы органической химии.*

#### 1.1. Природа ковалентной связи.

Природа ковалентной связи. Формулы Льюиса. Формальный заряд. Атомные орбитали (АО). Типы перекрывания орбиталей. Принцип максимального перекрывания. Теория гибридизации АО. Теория отталкивания электронных пар валентной оболочки (ОЭПВО) и форма молекул. Атомно-орбитальные модели. Полярность ковалентной связи. Индуктивный эффект заместителей. Делокализованная ковалентная связь, условия делокализации. Сопряжение, виды сопряжения. Понятие о кросс-сопряжении. Способы изображения делокализованной ковалентной связи. Теория резонанса. Сверхсопряжение.

#### 1.2. Теория молекулярных орбиталей.

Теория молекулярных орбиталей (МО). Основные положения теории МО ЛКАО;  $\pi$ -Приближение. Метод МОХ. Расчет этилена. Анализ результатов расчета этилена, 1,3-бутадиена, акролеина. Собственные энергии и собственные коэффициенты. Граничные орбитали: ВЗМО и НСМО. Электронные плотности, заряды на атомах. Молекулярная диаграмма. Энергетическая диаграмма и графическое изображение МО. Экспериментальные методы квантовой химии. Потенциалы ионизации и электронное сродство органических молекул. Фотоионизация метана.

#### 1.3. Понятие о механизме органической реакции.

Классификация органических реакций: по типу превращения, по типу разрыва связей, по характеру активации. Классификация реагентов. Понятие о механизме химической реакции. Энергетическая диаграмма. Энергия активации. Переходное состояние и интермедиат. Активированный комплекс. Скоростьлимитирующая стадия. Ранее и позднее переходные состояния. Постулат Хэммонда. Кинетика реакции. Термодинамика реакции.

#### 1.4. Кислоты и основания в органической химии.

Кислоты и основания в органической химии. Теория Брэнстеда. Количественная оценка кислотности и основности. ОН-, СН- и NH-Кислоты. Электронные эффекты, влияющие на кислотность и основность органических соединений.

Обобщенная концепция кислот и оснований Льюиса. Кислотно-основные реакции Льюиса. Промежуточные соединения и частицы органических реакций: донорно-акцепторные комплексы, ионные пары, карбокатионы, карбанионы, ион-радикалы.

Количественное описание электронных эффектов заместителей. Понятие о  $\sigma$ -анализе. Реакционная серия.  $\sigma$ -Константы, их виды. Уравнения Гаммета и Тафта. Учёт стерического фактора.

#### 1.5. Стереизомерия.

Типы стереоизомеров: конформеры, геометрические изомеры, энантиомеры. Оптическая изомерия. Хиральность. Хиральная молекула. Асимметрический центр. Оптическая активность. Энантиомеры, антиподы. 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. Диастереомеры, мезо-, эритро- и трео-формы.

## Раздел 2. Алканы, циклоалканы, алкены, алкины и полиены.

### 2.1. Алканы.

Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Конформации, способы изображения, сравнительная устойчивость. Физические свойства. Потенциалы ионизации и электронное сродство, общая характеристика реакционной способности. Реакции алканов. Галогенирование метана. Механизм реакции. Теплоты отдельных стадий и суммарный тепловой эффект. Кинетика галогенирования метана. Энергетическая диаграмма реакции. Энергия активации. Переходное состояние. Реакции галогенирования гомологов метана: ориентация, реакционная способность, региоселективность. Ряд устойчивости алкильных радикалов. Другие радикальные (цепные и нецепные) реакции алканов. Реакция Коновалова, механизм реакции. Сульфохлорирование по Риду, механизм реакции. Понятие об ионных реакциях алканов. Ион метония.

### 2.2. Циклоалканы.

Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Конформации. Типы напряжений в циклах (угловое, торсионное, трансаннулярное). Относительная устойчивость циклоалканов. Физические свойства. Потенциалы ионизации и электронное сродство, общая характеристика реакционной способности. Конформации циклогексана. Экваториальные и аксиальные связи. Пространственная изомерия замещенных циклогексанов. Реакции циклоалканов. Особенности реакций малых циклов. Важнейшие представители: циклопропан, циклопентан, циклогексан, декалины, стероиды, адамантан.

### 2.3. Алкены.

Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное строение и пространственная изомерия алкенов. Электронное строение. Физические свойства. Потенциалы ионизации и электронное сродство, общая характеристика реакционной способности.

Реакции алкенов. Реакции электрофильного присоединения алкенов: присоединение галогеноводородов, воды, галогенов; механизмы реакций. Реакция оксимеркурирования-демеркурирования, механизм реакции. Гидроборирование алкенов, механизм реакции. Влияние строения алкилборана на региохимию реакции. Трансформации алкилборанов в соединения других классов. Особенности получения спиртов через кислотно-катализируемое присоединение воды, оксимеркурирование-демеркурирование и гидроборирование с последующим окислением. Региоселективность реакций электрофильного присоединения. Правило Марковникова и его теоретическое объяснение.

Свободнорадикальное присоединение бромоводорода (перекисный эффект Караша), механизм реакции. Реакции радикального замещения алкенов, протекающие с сохранением двойной связи: аллильное галогенирование (хлорирование по Львову, галогенирование по Волю-Циглеру), механизмы реакций. Озонолиз алкенов с последующим восстановлением, зависимость строения продуктов озонолиза от условий восстановления. Эпоксидирование алкенов (реакция Прилежаева). Син-дигидроксилирование алкенов: реакция Вагнера, реакция

Криге, метод Майлса, реакция Вудворда); механизмы реакций. *Анти*-дигидроксилирование алкенов (реакция Прево), механизм реакции. Трансформация алкенов в альдегиды, кетоны и карбоновые кислоты. Окисление алкенов в присутствии солей палладия (Вакер-процесс).

Гидроформилирование алкенов, получение спиртов и альдегидов. Комплексообразование олефинов с переходными металлами. Гомогенное и гетерогенное гидрирование. Карбены и карбеноиды. Строение синглетных и триплетных карбенов. Методы генерации карбенов. Реакции алкенов с карбенами и их аналогами, стереохимия процесса. Реакция Симмонса-Смита. Полимеризация алкенов (ионная, радикальная, координационная). Стереорегулярные полимеры. Важнейшие представители: этилен, пропилен, бутены, циклогексен.

#### 2.4. Алкины.

Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Физические свойства. Потенциалы ионизации и электронное сродство, общая характеристика реакционной способности. Реакции алкинов. СН-Кислотность терминальных алкинов, получение натриевых, литиевых, магниевых, медных и серебряных производных алкинов. Ацетилениды, строение и свойства. Реакции электрофильного присоединения, их механизмы и стереохимия. Нуклеофильное присоединение к алкинам, механизм реакции. Окисление алкинов. Стереоселективное восстановление алкинов: гетерогенное гидрирование алкинов и восстановление щелочными металлами в жидком аммиаке. Миграция тройной связи в терминальное положение. Олигомеризация. Важнейшие представители: ацетилен.

#### 2.5. Алкадиены и полиены.

Гомологический ряд. Классификация. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Аллены. Понятие о строении и свойствах. Алкадиены с сопряженными двойными связями. Пространственное и электронное строение бута-1,3-диена. Характеристика связей. Сопряжение. Оценки энергии сопряжения. Физические свойства. Потенциалы ионизации и электронное сродство, общая характеристика реакционной способности.

Реакции алка-1,3-диенов. Особенности реакций присоединения: 1,2- и 1,4- (сопряженное) присоединение. Механизмы реакций. Понятие о кинетическом и термодинамическом контроле реакций электрофильного присоединения к алкенам. Применение в промышленном синтезе. Понятие о натуральном и синтетическом каучуках. Важнейшие представители: бута-1,3-диен, циклопентадиен, циклоалкадиены, терпены, полиены, каротин.

Понятие о перициклических реакциях, их особенности и классификация. Циклоприсоединение. Циклодимеризация алкенов. Реакции Дильса-Альдера. Концепция граничных орбиталей. Объяснение особенностей протекания реакции Дильса-Альдера с позиции концепции граничных орбиталей. Использование реакции Дильса-Альдера для синтеза бициклических и полициклических соединений, *эндо*-правило. Понятие о гетерореакции Дильса-Альдера (хелетропные процессы). *Орто*-хинодиметаны как реагенты в реакциях Дильса-Альдера: способы их генерации и применение в органическом синтезе. Электроциклические реакции. Правило Вудворда-Хоффмана. Зависимость стереохимии продуктов электроциклизации от условий осуществления процесса. Понятие о реакциях 1,3-диполярного циклоприсоединения: примеры 1,3-диполярофилов, региохимия и стереохимия процесса.

### Раздел 3. Ароматические соединения.

#### 3.1. Ароматичность.

Особенности физических и химических свойств бензола. Современные представления о строении бензола. Ароматический характер бензола. Энергия сопряжения. Расчет молекулы бензола по методу МОХ: диаграмма энергетических уровней, энергии МО. Энергия

делокализации  $\pi$ - электронов (энергия резонанса). Графические изображения  $\pi$ -МО. ВЗМО и НСМО бензола.

Критерии ароматичности. Правило Хюккеля. Графический метод построения диаграммы энергетических уровней ароматических соединений (метод Фроста). Небензойдные ароматические соединения, нейтральные молекулы и ионы. Антиароматичность и неароматичность. Понятие о гомоароматичности.

### 3.2. Соединения бензольного ряда.

Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Физические свойства. Потенциалы ионизации и электронное сродство, общая характеристика реакционной способности.

Реакции электрофильного замещения. Реакции бензола: нитрование, галогенирование, сульфирование, алкилирование и ацилирование по Фриделю-Крафтсу. Условия реакций. Стадии образования и строение электрофильных агентов. Мягкие и жесткие электрофилы. Механизм реакции  $S_E2(Ar)$ .  $\pi$ -Комплексы. Строение  $\sigma$ -комплексов. Энергетическая диаграмма реакции. Скоростьлимитирующая стадия. Кинетический изотопный эффект. Понятие о кинетическом и термодинамическом контроле реакций бимолекулярного электрофильного замещения в ароматическом ряду на примере реакции сульфирования.

Влияние заместителей в бензольном кольце на направление и скорость реакций электрофильного замещения: активирующие и дезактивирующие *орто*-/*пара*-ориентанты, дезактивирующие *мета*-ориентанты. Понятие об *ипсо*-замещении, *ипсо*-ориентанты. Ориентирующее действие заместителей как отражение электронного строения  $\sigma$ -комплекса. Факторы парциальных скоростей. Другие факторы, влияющие на соотношение изомеров. Согласованная и несогласованная ориентация двух и более заместителей.

Каталитическое гидрирование аренов. Восстановление аренов по Бёрчу, механизм реакции; зависимость строения продукта восстановления от заместителя в бензольном кольце. Окисление алкилбензолов. Важнейшие представители: бензол, толуол, ксилолы, кумол, стирол.

Объяснение реакций бимолекулярного электрофильного замещения в ароматическом ряду с позиции теории МО. Концепция граничных орбиталей. Реакции кислот и оснований, доноров и акцепторов с позиции теории МО. Понятие о зарядовом и орбитальном контроле органических реакций на примере реакций бимолекулярного электрофильного ароматического замещения. Правила ориентации в реакциях  $S_EAr$  в терминах концепции граничных орбиталей.

## Раздел 4. Галогенопроизводные и металлоорганические соединения.

### 4.1. Галогенопроизводные

Классификация. Номенклатура.

Алкил- и аллилгалогениды. Изомерия. Номенклатура. Способы получения.

Пространственное и электронное строение. Физические свойства. Потенциалы ионизации и электронное сродство, общая характеристика реакционной способности.

Реакции нуклеофильного замещения у насыщенного атома и элиминирования. Понятие нуклеофильности и основности реагентов. Амбидентные нуклеофильные реагенты.

Бимолекулярный механизм нуклеофильного замещения ( $S_N2$ ). Влияние отдельных факторов на реакционную способность галогенопроизводных: строение субстрата, характер уходящей группы, сила нуклеофильного реагента, природа растворителя. Стереохимия реакций  $S_N2$ .

Мономолекулярный механизм нуклеофильного замещения. Влияние отдельных факторов на реакционную способность галогенопроизводных: строение субстрата, природа нуклеофильного агента и растворителя. Ацидофильный катализ. Стереохимия реакций  $S_N1$ .

Влияние растворителя на направление и скорость реакций нуклеофильного замещения.

Реакции элиминирования.  $\beta$ -Элиминирование. Механизмы E1 и E2. Бимолекулярный механизм отщепления (E2). Влияние отдельных факторов (структура субстрата, природа реагента и растворителя, температура) на реакционную способность галогеналканов. Стереохимия реакций E2. Направление реакций отщепления: правила Зайцева и Гофмана. Факторы, влияющие на направление реакций отщепления: устойчивость алкена и стерические эффекты. Понятие о ненуклеофильных основаниях (ДБУ, ДБН, гуанидины). Конкуренция реакций S<sub>N</sub>1 и E1, S<sub>N</sub>2 и E2.

Винилгалогениды. Способы получения. Особенности связи углерод-галоген. Реакционная способность в реакциях нуклеофильного замещения, элиминирования, электрофильного присоединения.

Ароматические галогенопроизводные. Особенности связи углерод-галоген и реакции замещения галогена. Механизм замещения галогена в активированных галогенаренах (S<sub>N</sub>2(Ar)) или механизм присоединения-отщепления). Практическое применение реакций S<sub>N</sub>2(Ar): реагент Сенгера (2,4-динитрофторбензол) в определении N-концевой аминоксилоты в пептидах. Неактивированные галогенопроизводные ароматических углеводородов; ариновый механизм замещения галогена (механизм отщепления-присоединения). Электронное строение и способы генерации аринов. Важнейшие представители: метилхлорид, хлороформ, дихлорэтан, фреоны, гексахлорциклогексан, винилхлорид, тефлон, хлорбензол, хлоропрен, ДДТ. Экологические проблемы применения галогенопроизводных.

#### 4.2. Металлорганические соединения.

Типы связей в элементарноорганических соединениях. 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 в кристаллическом состоянии и в растворе, равновесие Шленка. Их реакции с соединениями, содержащими активный атом водорода: кислотами, спиртами, аминами. Реакции с карбонильными соединениями (диоксидом углерода, альдегидами, кетонами). Взаимодействие с нитрилами. Реакция Гриньяра с галогенидами различных элементов как метод получения элементарноорганических соединений. Применение литийорганических соединений в органическом синтезе.

Комплексы переходных металлов. Общая характеристика переходных металлов и лигандов. Строение. Типы превращения комплексов переходных металлов. Понятие о каталитическом цикле. Реакции Сузуки, Хека, Кумады, Соногаширы и Бушвальда-Хартвига. Метатезис олефинов. Их роль в катализе промышленно важных органических реакций и асимметрическом синтезе.

### *Раздел 5. Спирты, фенолы, простые эфиры и оксираны. Органические соединения серы.*

#### 5.1. Спирты.

Одноатомные спирты. Классификация и номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Водородные связи в спиртах, влияние на физические свойства. Потенциалы ионизации и электронное сродство; общая характеристика реакционной способности. Химические свойства. ОН-Кислотность: образование алкоксидов, их строение и свойства. Основность и нуклеофильность спиртов и алкоксид-ионов: реакции алкилирования и ацилирования. Реакция этерификации, механизм реакции. Получение эфиров неорганических кислот. Реакции нуклеофильного замещения спиртов: особенности реакций S<sub>N</sub>1 и S<sub>N</sub>2, реакционная способность, стереохимия, перегруппировки Вагнера-Меервейна и понятие о неклассических карбокатионах.

Псевдогалогениды: образование мезилатов, тозилатов и трифлатов из спиртов, их строение и использование в органическом синтезе. Реакции элиминирования. Кислотно-катализируемая дегидратация: межмолекулярная дегидратация, внутримолекулярная дегидратация; механизмы, реакционная способность, направление отщепления. Правило Зайцева. Каталитическая дегидратация. Дегидратация с использованием специальных реагентов: дегидратация по Бёрджессу (Бургессу) и по Чугаеву. Реакции спиртов с галогенидами фосфора и серы: механизмы и стереохимия. Взаимодействие спиртов с оксигалогенидами фосфора и серы. Влияние растворителя на направление реакции спиртов с хлористым тиоилом, механизмы реакций. Окисление спиртов. Взаимодействие спиртов с перманганатом калия и оксидом марганца (IV). Окисление спиртов соединениями хрома (VI) – реагент Джонса, реагент Коллинза, реагент Саррета. Окисление с использованием активированного диметилсульфоксида: окисление по Свёрну и по Кори-Киму. Окисление спиртов соединениями гипервалентного йода (окисление реагентом Десса-Мартина). Понятие о защитных группах спиртов – силиловые эфиры спиртов и тетрагидропиранильная защита: способы введения, устойчивость в ходе синтеза и способы удаления. Применение в промышленности. Спирты в биологии.

Многоатомные спирты. Гликоли. Глицерин. Способы получения. Физические и химические свойства. Практическое применение.

#### 5.2. Фенолы.

Классификация и номенклатура. Способы получения. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Потенциалы ионизации и электронное сродство; общая характеристика реакционной способности. Химические свойства. Реакции гидроксигруппы. Кислотность. Влияние заместителей в кольце на кислотность. Образование феноксидов, их строение и свойства. Реакции алкилирования и ацилирования фенолов, механизм реакции. Реакции ароматического ядра: галогенирование, нитрование, сульфирование, нитрозирование, реакция Гаттермана, реакция Губена-Хеша, реакция Вильсмайера-Хаака. Реакция Кольбе, ее механизм и влияние различных факторов на ее результат. Реакция Реймера-Тимана. Взаимодействие с формальдегидом, механизм реакции. Гидрирование и окисление фенолов. Стабильные феноксильные радикалы. Фенольные стабилизаторы полимерных материалов. Перегруппировки аллиловых (перегруппировка Кляйзена) и сложных эфиров (перегруппировка Фриса) фенолов. Применение в промышленном органическом синтезе.

#### 5.3. Простые эфиры.

Классификация и номенклатура. Способы получения. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Химические свойства. Основность. Реакции кислотного расщепления: механизмы и направление реакций расщепления. Окисление кислородом воздуха. Применение в органическом синтезе.

Циклические эфиры. Краун-эфиры. Комплексообразование с ионами металлов. Применение в аналитической химии, органическом синтезе и технологии.

#### 5.4. Оксираны.

Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Физические свойства. Пространственное и электронное строение этиленоксида. Химические свойства. Реакции с раскрытием эпоксидного кольца под действием различных нуклеофильных реагентов. Механизмы реакций и направление раскрытия кольца. Кислотный и основной катализ нуклеофильного раскрытия оксиранового цикла. Применение в промышленном органическом синтезе.

#### 5.5 Органические соединения серы.

Классификация и номенклатура. Тиолы и тиозфиры. Способы получения. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Общая характеристика реакционной



способности. Химические свойства. Кислотность и основность. Нуклеофильные свойства. Реакции окисления. Сульфоксиды и сульфоны. Применение сульфоксидов в органическом синтезе. Нуклеофильные свойства сульфоксидов, их амбидентный характер. СН-Кислотность. Реакция Кори-Чайковского.

*Раздел 6. Альдегиды и кетоны. Карбоновые кислоты и их функциональные производные.*

#### 6.1. Альдегиды и кетоны.

Классификация и номенклатура. Способы получения. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Потенциалы ионизации и электронное сродство; общая характеристика реакционной способности. Химические свойства. Основность. Реакции нуклеофильного присоединения: общий механизм, основной и кислотный катализ, стереохимия. Реакции присоединения О-нуклеофилов: воды, одноатомных и многоатомных спиртов, алкоксидов; механизмы реакций. Понятие о защитных группах альдегидов и кетонов: оксоланы, способы их синтеза, устойчивость в ходе синтеза и способы удаления. Присоединение S-нуклеофилов: гидросульфита натрия и тиолов; механизмы реакций. 1,3-Дитианы и их использование в синтезе альдегидов и кетонов. Концепция обращения полярности карбонильной группы. Присоединение C-нуклеофилов цианид-аниона, алкинид-ионов, металлоорганических соединений, илидов фосфора (реакция Виттига); механизмы реакций. Получение аллиловых и пропаргиловых спиртов. Реакции с N-нуклеофилами: аммиака, первичных и вторичных аминов, гидросиламина, гидразинов; механизмы реакций. Реакции с галогенонуклеофилами. Относительная реакционная способность альдегидов и кетонов.

СН-Кислотность и кето-енольная таутомерия. Енолизация. Реакции с участием  $\alpha$ -водородных атомов. Реакции  $\alpha$ -галогенирования, изотопного обмена и рацемизации; механизмы реакций, кислотный и основной катализ этих реакций. Енолят-ионы, их строение и способы генерирования. Двойственная реакционная способность енолят-ионов. Алкилирование и ацилирование енолят-ионов, механизмы реакций. Альдольное присоединение и кротоновая конденсация: механизмы реакций, кислый и основной катализ. Перекрестная альдольная конденсация, ее особенности и недостатки. Направленная альдольная конденсация с использованием литиевых и кремниевых енолятов. Перекрестная альдольная конденсация ароматических альдегидов или формальдегида с алифатическими альдегидами и кетонами (конденсация Кляйзена-Шмидта). Реакция Перкина, ее механизм. Аминометилирование альдегидов и кетонов (реакция Манниха), ее механизм. Реакция альдегидов и кетонов с  $\alpha$ -галогенозамещенными сложными эфирами (реакция Реформатского).

Реакции окисления: окисление реактивом Джонса, реактивом Толленса, соединениями марганца (VII). Окисление  $\alpha$ -метиленовых групп альдегидов и кетонов диоксидом селена. Реакция Байера-Виллигера, ее механизм, влияние строения субстрата на результат реакции. Реакция Канниццаро, ее механизм. Перекрестная реакция Канниццаро. Восстановление альдегидов и кетонов с помощью комплексных гидридов ( $\text{NaBH}_4$ ,  $\text{LiBH}_4$ ,  $\text{LiAlH}_4$ ), особенности процесса, контроль хемоселективности восстановления в присутствии других функциональных групп. Стереохимия восстановления карбонильной группы в хиральных субстратах: правило Крама. Восстановление карбонильных соединений до алканов (восстановление по Клемменсену и по Кижнеру-Вольфу).

Реакции ароматических альдегидов и кетонов с участием ароматического ядра. Применение в промышленном органическом синтезе.

#### 6.2. Карбоновые кислоты и их функциональные производные.

Одноосновные карбоновые кислоты. Классификация и номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Водородные связи в карбоновых кислотах. Физические свойства. Химические свойства. ОН-Кислотность. Зависимость между

строением и кислотностью. *Орто*-эффект. Основность карбоновых кислот. Реакция этерификации, ее механизм. Взаимодействие с аммиаком, первичными и вторичными аминами, механизм реакций. Понятие о конденсирующих реагентах на примере *N,N'*-дициклогексилкарбодиимида, механизм процесса. Образование галогенангидридов, механизмы реакций. Реакции карбоновых кислот с участием  $\alpha$ -углеродных атомов:  $\alpha$ -галогенирование по Геллю-Фольгарду-Зелинскому, механизм реакции. Восстановление. Реакции декарбоксилирования: электролиз солей карбоновых кислот по Кольбе, декарбоксилирование по Дюма и по Бородину-Хундиккеру, механизм реакции.

Функциональные производные, карбоновых кислот: галогенангидриды (ацилгалогениды), ангидриды, сложные эфиры, амиды, нитрилы. Особенности пространственного и электронного строения. Кислотный и основной катализ в химии функциональных производных карбоновых кислот. Понятие о нуклеофильном катализе.

Галогенангидриды. Способы получения. Взаимодействие с важнейшими N- и O-нуклеофилами (вода, спирты, аммиак, амины, гидразин, металлоорганические соединения – метод Гилмана для синтеза карбонильных соединений), механизмы реакций. Восстановление до альдегидов по Розенмунду-Зайцеву и при помощи комплексных гидридов. Взаимодействие с диазометаном (реакция Арндта-Эйстерта), механизм реакции.

Сложные эфиры. Способы получения. Гидролиз сложных эфиров в условиях кислого и основного катализа, механизмы процессов. Аммонолиз, механизм реакции. Переэтерификация, механизм реакции. Реакции с металлоорганическими соединениями, восстановление до спиртов и альдегидов. Сложноэфирная конденсация Кляйзена, ее механизм. Перекрестная конденсация Кляйзена. Внутримолекулярная конденсация сложных эфиров дикарбоновых кислот (конденсация Дикмана). Конденсация сложных эфиров с карбонильными соединениями. Ацилоиновая конденсация.

Ангидриды карбоновых кислот. Способы получения. Реакции ангидридов кислот. Кетен, получение и свойства.

Нитрилы. Способы получения. Кислый и щелочной гидролиз нитрилов, механизм процессов. Восстановление комплексными гидридами металлов до аминов и альдегидов. Взаимодействие с магний- и литийорганическими соединениями. Кислотно-катализируемое взаимодействие нитрилов со спиртами (реакция Пиннера). Реакция нитрилов с ненасыщенными соединениями (реакция Риттера).

Амиды. Способы получения. Гидролиз, механизм реакции. Восстановление до аминов. Дегидратация амидов. Перегруппировки Гофмана и Курциуса, механизмы реакций.

Высшие жирные кислоты. Способы получения. Физические и химические свойства. Функциональные производные высших жирных кислот. Высшие жирные кислоты в биологии. Простые липиды: жиры и масла. Воски. Сложные липиды. Простагландины, особенности молекулярной структуры.

Многоосновные карбоновые кислоты. Дикарбоновые кислоты жирного и ароматического ряда. Номенклатура. Способы получения. Физические и химические свойства. OH-Кислотность. Образование функциональных производных. Реакции, протекающие при нагревании. Циклические ангидриды: получение, свойства. Применение дикарбоновых кислот в промышленном органическом синтезе.

1,3-Дикарбонильные соединения (малоновый эфир, ацетоуксусный эфир и его аналоги), их способы получения, строение, СН-кислотность. Еноляты эфиров: строение, реакции алкилирования, ацилирования, гидролиза, декарбоксилирования. Кислотное и кетонное расщепление ацетоуксусного эфира. Синтезы карбоновых кислот из малонового эфира. Получение кислот и кетонов из ацетоуксусного эфира. 1,3-Дикарбонильные

соединения в реакции Михаэля. Реакции конденсации 1,3-дикарбонильных соединений с альдегидами (реакция Кнёвенагеля).

### 6.3. $\alpha,\beta$ -Ненасыщенные карбонильные соединения.

$\alpha,\beta$ -Ненасыщенные карбонильные соединения. Способы получения. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Химические свойства. Нуклеофильное присоединение к  $\alpha,\beta$ -ненасыщенным карбонильным соединениям: 1,2-присоединение (прямое присоединение) и 1,4-присоединение (сопряженное присоединение, реакция Михаэля). Доноры и акцепторы Михаэля. Факторы, влияющие на тип присоединения: строение субстрата, строение реагента. Присоединение металлоорганических соединений: реактивов Гриньяра, литийорганических соединений и литийдиалкилкупратов. Прямое и сопряженное присоединение цианид-аниона, контроль условий процесса для выбора типа присоединения. Присоединение O-, N- и S-нуклеофилов. Значение реакции Михаэля в органическом синтезе. Енаминный метод Сторка. Аннелирование по Робинсону, понятие о каскадных (домино) процессах.

## *Раздел 7. Азотсодержащие соединения и гетероциклические соединения.*

### 7.1. Нитросоединения.

Классификация и номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Потенциалы ионизации и электронное сродство; общая характеристика реакционной способности. Химические свойства. Таутомерия первичных и вторичных алифатических нитросоединений. Причины подвижности атома водорода при  $\alpha$ -углеродном атоме.  $\text{C-N}$ -Кислотность первичных и вторичных нитроалканов и жирно-ароматических нитросоединений. Реакции со щелочами. Строение солей. Взаимодействие нитронат-ионов с карбонильными соединениями (реакция Анри). Ароматические нитросоединения. Реакции восстановления нитроаренов в кислой и щелочной средах. Промежуточные продукты восстановления нитрогруппы (нитрозосоединения, арилгидроксиламины, азокси-, азо- и гидразосоединения). Бензидиновая перегруппировка. Селективное восстановление нитрогруппы в динитроаренах. Применение в промышленности; токсичность нитросоединений.

### 7.2. Амины.

Классификация и номенклатура. Способы получения. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Потенциалы ионизации и электронное сродство; общая характеристика реакционной способности. Химические свойства. Строение и основность. Реакции с кислотами, строение солей, их номенклатура и свойства. Алкилирование и ацилирование; механизмы этих реакций. Четвертичные аммониевые соли и основания: получение, строение, свойства; расщепление четвертичных аммониевых оснований, направление реакций. Правило Гофмана. Енамины: алкилирование енаминов, сопряженное присоединение енаминов к  $\alpha,\beta$ -ненасыщенным карбонильным соединениям. Идентификация и разделение первичных, вторичных и третичных аминов с помощью бензолсульфохлорида (проба Хинсберга). Реакции аминов с азотистой кислотой. Особенности реакций электрофильного замещения в ароматических аминах (нитрование, галогенирование, сульфирование, формилирование). Понятие о защитных группах аминов: ацетильная защита, защита производными угольной кислоты (Boc- и Fmoc-) – установка защиты, устойчивость во время синтеза и способы удаления. Ацилирование аминов по бензольному кольцу. Окисление аминов. N-оксиды аминов, расщепление N-оксидов по Коупу. Применение в промышленном органическом синтезе. Амины в биологии.

### 7.3 Азо- и диазосоединения.

Получение диазосоединений реакцией диазотирования: условия проведения реакции и механизм, природа нитрозирующего реагента; различия в устойчивости насыщенных и ароматических диазосоединений. Физические свойства. Пространственное и электронное строение ароматических диазосоединений в зависимости от pH среды, таутомерные

превращения. Химические свойства. Реакции, протекающие с выделением азота: замещение диазониевой группы на гидроксо-, алкоксигруппу, фтор, йод. Реакции радикального замещения диазогруппы на хлор, бром, цианогруппу, нитрогруппу, водород. Реакции, протекающие без выделения азота: восстановление до арилгидразинов. Азосочетание. Азо- и диазосоставляющие, условия сочетания с аминами и фенолами. Получение и применение азосоединений, азокрасители. Диазометан, получение и реакции с кислотами и кетонами.

#### 7.4 Гетероциклические соединения.

Классификация. Гетероциклические ароматические соединения. Особенности молекулярной структуры. Пятичленные гетероциклические соединения: фуран, пиррол, тиофен. Номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Ароматичность. Особенности реакций электрофильного замещения. Ацидофобность. Применение модифицированных электрофильных реагентов. Реакционная способность и ориентация. Орбитальный контроль. NH- Кислотность пиррола. Важнейшие реакции пирролат-аниона. Пиррольный цикл - структурный фрагмент природных и биологически активных соединений. Шестичленные и полиядерные гетероциклические соединения: пиридин, хинолин, акридин. Пиридин. Электронное строение и ароматичность. Основность и нуклеофильность. Реакции электрофильного и нуклеофильного замещения: реакционная способность и ориентация. Пиридин-N-оксид, его строение, способы получения и химический свойства. Таутомерия 2- и 4-гидрокси и аминопиридинов. Соединения с несколькими гетероатомами в цикле: диазолы, оксазолы, диазины и триазины. Общая характеристика химических свойств. Гетероциклические соединения в биологии.

#### *Раздел 8. Элементы биоорганической химии.*

Аминокислоты. Классификация. Заменяемые и незаменимые  $\alpha$ -аминокислоты. Номенклатура. Способы получения  $\alpha$ -аминокарбоновых кислот и  $\beta$ -аминокарбоновых кислот (реакция Рудионова). Энантиоселективный синтез аминокислот. Химические свойства. Кислотно-основные свойства, цвиттер-ион, изоэлектрическая точка. Реакции аминогруппы и реакции карбоксильной группы, особенности их реализации. Отношение к нагреванию различных аминокислот. Защитные группы аминокислот. Пептиды. Номенклатура. Электронное и пространственное строение. Пептидный синтез. Стратегия использования защитных групп в пептидном синтезе (Boc- и Fmoc-стратегии). Конденсирующие реагенты. Пептидный синтез на полимерной подложке. Типы полимерных матриц, смола Мэррифила. Реализация процесса и его автоматизация. Определение первичной структуры полипептидов. Определение N- и C-концевых аминокислот. Метод Эдмана. Бромциановый метод. Ферментативное расщепление. Секвенирование полипептидов.

#### Углеводы.

Классификация углеводов. Моносахариды. Особенности строения. D-Углеводы. Способы изображения молекул моносахаридов: формулы Фишера, Толленса, Хеурса и др. Конформационный анализ моносахаридов. Эпимеры. Аномеры. Мутаротация. Химические свойства. Реакции по гидроксильным группам: гликозилирование, ацилирование, алкилирование. Реакции по карбонильной группе: окисление и восстановление. Восстанавливающие и невосстанавливающие сахара. Енолизация. Эпимеризация. Реакция с фенилгидразином. Синтез и деградация моносахаридов: синтез Киллиани-Фишера и деградация по Руффу. Деградация по Волю.

#### *Раздел 9. Лабораторный практикум.*

Безопасные приемы и правила работы в лаборатории органической химии.

Хроматография. Виды хроматографии. Применение ТСХ для идентификации органических соединений. Адсорбенты и элюенты, используемые в ТСХ. Выбор элюента. Обнаружение веществ. Коэффициент удерживания.

Общие методы работы в лаборатории органической химии. Посуда, наиболее часто применяемая в лаборатории. Нагревание. Охлаждение. Перемешивание.

Методы очистки твердых веществ. Возгонка (сублимация). Пересаживание. Перекристаллизация. Определение температуры плавления. Метод «смешанной пробы», депрессия температуры плавления.

Методы очистки жидких веществ. Простая и фракционная перегонка. Перегонка при атмосферном и пониженном давлении.

Методы выделения органических веществ из реакционной смеси. Экстракция. Перегонка с водяным паром. Отгонка растворителя.

Методы спектральной идентификации органических соединений.

Синтезы органических веществ. Общие правила подготовки и проведения синтеза. Задача и сущность эксперимента. Теоретические основы процесса. Выбор условий реакции. Расчет синтеза. Техника безопасности. Прибор для проведения синтеза. Проведение опыта. Контроль за ходом реакции. Выделение, очистка и анализ продукта.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		Семестр					
			3		4		5	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>15</b>	<b>540</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>6.22</b>	<b>224</b>	<b>2.22</b>	<b>80</b>	<b>2.22</b>	<b>80</b>	<b>1.78</b>	<b>64</b>
Лекции	2.67	96	1.33	48	1.33	48	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1.78	64	0.89	32	0.89	32	-	-
Лабораторные работы	1.78	64	-	-	-	-	1.78	64
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6.78</b>	<b>244</b>	<b>2.78</b>	<b>100</b>	<b>2.78</b>	<b>100</b>	<b>1.22</b>	<b>44</b>
Контактная самостоятельная работа	6.78	0,2	2.78	-	2.78	-	1.22	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		243,8		100		100		43,8
<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 контроля:</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>		<b>Зачет</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр					
			3		4		5	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>15</b>	<b>405</b>	<b>6</b>	<b>162</b>	<b>6</b>	<b>162</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>6.22</b>	<b>168</b>	<b>2.22</b>	<b>60</b>	<b>2.22</b>	<b>60</b>	<b>1.78</b>	<b>48</b>
Лекции	2.67	72	1.33	36	1.33	36	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1.78	48	0.89	24	0.89	24	-	-
Лабораторные работы	1.78	48	-	-	-	-	1.78	48

<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6.78</b>	<b>150</b>	<b>2.78</b>	<b>75</b>	<b>2.78</b>	<b>75</b>	<b>1.22</b>	<b>33</b>
Контактная самостоятельная работа	6.78	0,15	2.78	-	2.78	-	1.22	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		149,85		75		75		32,85
<b>Экзамен</b>	<b>2</b>	<b>54</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	<b>-</b>	<b>-</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 контроля:</b>			<b>Экзамен</b>	<b>Экзамен</b>		<b>Зачет</b>		

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Физическая химия» (Б1.О.13)

**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-1.7, ОПК-1.16, ОПК-1.24, ОПК-1.25.

*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

#### 5 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 твёрдых 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 ( $K_x$ ,  $K_c$ ,  $K_p$ ,  $K_p$ ), 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 Трюттона.

## Раздел 3. Термодинамическая теория растворов

### 3.1. Основы термодинамики растворов. Парциальные молярные 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.

## **6 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-основный 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			
	ЗЕ	Акад. ч.	5		6	
			ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>12</b>	432	<b>6</b>	216	<b>6</b>	216
<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>4,66</b>	<b>168</b>	<b>2,33</b>	<b>84</b>	<b>2,33</b>	<b>84</b>
Подготовка к лабораторным работам		108		42		42
Контактная самостоятельная работа		-	2,33	-	2,33	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		108		42		42
<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			
	ЗЕ	Астр. ч.	5		6	
			ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>12</b>	324	<b>6</b>	162	<b>6</b>	162
<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>126</b>	<b>2,33</b>	<b>63</b>	<b>2,33</b>	<b>63</b>
Подготовка к лабораторным работам		81		31,5		31,5
Контактная самостоятельная работа	<b>4,66</b>	-	2,33	-	2,33	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		81		31,5		31,5
<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  
«Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»  
(Б1.О.14)**

**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-1.3; ОПК-1.11; ОПК-1.20;

*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 квалитетических оценок;
- методологией химических и физико-химических методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике

**3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Введение в современную аналитическую химию. Идентификация ионов элементов в растворе*

1.1. Аналитическая химия как основа методов изучения и контроля химического состава веществ в материальном производстве, научных исследованиях, в контроле объектов окружающей среды.

Виды анализа. Аналитический сигнал как носитель качественной и количественной информации об объекте анализа. Химические, физико-химические методы анализа, их взаимосвязь, соотношение и применение. Аналитическая форма и аналитические признаки. Системный подход к анализу смесей элементов. Современные физико-химические методы идентификации элементов и соединений. Примеры решения задач аналитического контроля в химической технологии, в анализе объектов окружающей среды и др.

1.2. Задачи и объекты химического анализа.

Элементный, молекулярный, фазовый и изотопный анализ. Количественный и качественный анализ органических и неорганических веществ. Специфика аналитических реакций, используемых в анализе органических соединений. Основные требования, предъявляемые к методам химического анализа. Групповые, общие, частные, характерные и специфические реакции. Пути повышения избирательности аналитических реакций.

Метрологические основы аналитических методов. Основные источники погрешностей результатов анализа и способы их оценки. Общая характеристика химического анализа как измерительного процесса. Основные аналитико-метрологические характеристики методов и результатов анализа, способы их оценки: предел обнаружения, коэффициент чувствительности, нижняя и верхняя граница определяемых содержаний, селективность, прецизионность в условиях сходимости (повторяемости) и воспроизводимости, правильность, экспрессность. Сравнение методов по их аналитико-метрологическим характеристикам.

Выбор метода анализа. Постановка аналитической задачи. Критерии выбора метода анализа. Составление рациональной схемы анализа с учетом свойств объекта анализа и операций по подготовке пробы к анализу, требований к результату анализа и его стоимости. Методы разделения и концентрирования. Гибридные методы анализа. Особенности определения малых содержаний неорганических и органических веществ. Алгоритм проведения анализа: отбор средней пробы, подготовка пробы к анализу, измерение аналитического сигнала и его метрологическая оценка, расчет результатов анализа и их интерпретация.

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 реактантов системы. Вычисление рН растворов кислот и оснований различной силы, смесей кислот и оснований. Химические и физико-химические способы определения рН растворов. 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. Равновесия аналитических реакций комплексообразования и управление ими. Общие, ступенчатые и условные константы устойчивости комплексных соединений. Расчет коэффициентов побочных реакций. Использование реакций комплексообразования в аналитической химии (обнаружение и количественное определение, маскирование, концентрирование). Использование реакций осаждения в аналитических целях и их характеристика. 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. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Константа равновесия и ее химико-аналитическое значение.

Органические аналитические реагенты в анализе неорганических веществ.

Органические соединения, применяемые в химическом анализе. 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. 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. ОР-осадители. Растворимость ОР и их комплексов с ионами металлов в воде и в органических растворителях. Применение ОР для аналитического концентрирования.

*Раздел 2. Характеристика методов количественного анализа*

Методы количественного анализа. 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. Примеры применения методов математической статистики для оценки результатов анализа. Правильность и прецизионность результатов анализа.

2.1. Реакции осаждения в количественном анализе. Гравиметрический анализ. Сущность гравиметрического анализа. Осаждаемая и гравиметрическая формы; требования, предъявляемые к ним. Важнейшие операции (этапы) гравиметрического анализа. Процесс образования осадков. Факторы, влияющие на полноту осаждения. Выбор осаждающего реагента. Неорганические и органические осадители в гравиметрическом анализе. Теоретическое обоснование выбора оптимальных условий осаждения кристаллических и аморфных осадков. Виды загрязнения осадков и способы их очистки. Получение гравиметрических форм. Источники погрешностей, точность и пути повышения точности гравиметрических определений. Вычисления в гравиметрическом анализе. Конкретные примеры практических определений. Достоинства и недостатки гравиметрического метода анализа. Осадительное титрование.

2.2. Использование других реакций в аналитической химии. Титриметрические методы анализа. 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. Метрологическая характеристика титриметрических методов. Типы реакций, используемых в титриметрическом анализе; требования, предъявляемые к ним. Классификация титриметрических методов анализа.

2.2.1. 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. Индикаторные погрешности и их оценка. Практическое применение метода кислотно-основного титрования. Использование неводных растворителей в кислотно-основном титровании.

2.2.2. Комплексонометрическое титрование. Использование комплексообразования в химическом анализе. Неорганические и органические лиганды. Комплексоны и их свойства. Особенности реакции комплексообразования (хелатообразования) ионов металлов с ЭДТА. 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.

2.2.3. Методы окислительно-восстановительного титрования. Общая характеристика методов окислительно-восстановительного титрования. Окислительно-восстановительный потенциал и окислительно-восстановительная реакция. Факторы, влияющие на величину окислительно-восстановительного потенциала. 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. Аналитические особенности других методов окислительно-восстановительного титрования (хроматометрия, броматометрия, ванадатометрия, цериметрия) в химическом анализе.

### *Раздел 3. Физико-химические методы анализа*

#### 3.1. Введение в физико-химические методы анализа (ФХМА).

ФХМА – составная часть современной аналитической химии. Классификация физико-химических методов анализа. Аналитический сигнал как информативная функция состава вещества и его количества. Относительный характер измерений в ФХМА. Предел обнаружения и чувствительность метода. Формула Кайзера. Верхний и нижний диапазоны определяемых содержаний. Линейный диапазон определяемых концентраций. Эталонные приемы количественных измерений (внешнего и внутреннего стандарта, добавок, титрования, дифференциальные методы) в ФХМА, их характеристика и условия применения. Аналитические и метрологические характеристики ФХМА.

#### 3.2. Спектральные методы анализа.

Классификация спектральных методов анализа. Получение химико-аналитической информации при взаимодействии электромагнитного излучения с веществом. Оптические методы анализа. Атомная и молекулярная спектроскопия. Абсорбционные и эмиссионные методы анализа.

Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Теоретические основы атомно-эмиссионного спектрального анализа. Источники возбуждения спектров. Атомно-



эмиссионные линейчатые спектры. Правила отбора электронных переходов. Запись спектральных линий в виде термов. Схемы электронных переходов в атоме щелочного металла. Распределение Больцмана и заселенность уровней возбужденного состояния. Факторы, влияющие на интенсивность спектральных линий. Процессы ионизации и самопоглощения в плазме, формула Саха. Спектральные приборы и способы регистрации спектра (визуальный, фотографический и фотоэлектрический). Качественный анализ, расшифровка эмиссионных спектров и идентификация элементов по их спектрам. Количественный анализ, формула Ломакина-Шайбе. Практика атомно-эмиссионной спектроскопии. Атомно-эмиссионный анализ с индуктивно связанной плазмой. Химико-спектральные методы анализа.

Атомно-эмиссионная фотометрия пламени. Газовые пламена как виды низкотемпературной плазмы, их характеристика. Блок-схема пламенного фотометра. Возможности метода и его ограничения. Анионный и катионный эффекты. Методы количественных определений в пламенной фотометрии. Предел обнаружения, прецизионность, селективность. Области применения.

Атомно-абсорбционная спектрофотометрия. Общая характеристика метода. Поглощение электромагнитного излучения свободными атомами. Блок-схема прибора. Источники монохроматического излучения. Способы атомизации пробы. Модулятор, его назначение. Избирательность, достоинства и недостатки метода. Сравнение аналитических характеристик методов атомной абсорбции и атомной эмиссии.

3.3. Молекулярная спектроскопия. Спектрофотометрический анализ. Методы оптической молекулярной спектроскопии. Поглощение электромагнитного излучения молекулами. Электронные переходы и спектры поглощения молекул. Схемы электронных переходов. Сравнение аналитических сигналов, обусловленных  $d-d^*$ -переходами, переходами с переносом заряда и  $\pi-\pi^*$ -переходами. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Молярный коэффициент поглощения. Способы его определения. Оптимизация условий аналитических определений. Выбор оптимальной длины волны и рабочего светофильтра. Контрастность аналитической реакции. Отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера. Сравнение фотометрии и спектрофотометрии. Аппаратура для спектро- и фотометрических измерений. Характеристика фотометрических методов анализа. Избирательность в спектрофотометрии и ее обеспечение. Принцип аддитивности поглощения в анализе бинарных смесей поглощающих веществ, метод Фирордта. Точность результатов фотометрических определений. Дифференциальная фотометрия. Метод одно- и двусторонней дифференциальной фотометрии. Методы спектрофотометрического титрования.

Турбидиметрический и нефелометрический методы анализа. Рассеяние света дисперсными системами. Связь оптической плотности с концентрацией определяемого вещества. Коэффициент мутности системы. Теоретические основы турбидиметрии и нефелометрии. Уравнение Рэлея. Требования, предъявляемые к используемым реакциям. Турбидиметрический кинетический метод. Возможности методов.

Люминесцентные методы анализа. Флуоресценция и фосфоресценция. Применение энергетической диаграммы Яблонского при рассмотрении синглет-синглетных и синглет-триплетных электронных переходов. Колебательная релаксация и внутренняя конверсия. Квантовый и энергетический выходы. Факторы, влияющие на интенсивность флуоресценции. Температурное и концентрационное тушение флуоресценции. Правило Стокса-Ломмеля. Связь строения молекулы органического соединения с его способностью к флуоресценции. Зеркальная симметрия спектров поглощения и испускания (правило Левшина). Закон Вавилова. Схема флуориметрических измерений. Выбор первичного и вторичного светофильтров. Градуировочная зависимость и количественный анализ. Общая характеристика метода.

#### *Раздел 4. Электрохимические методы анализа (ЭХМА).*

Классификация ЭХМА. Классификация электродов и электрохимические методы. Поляризуемые и неполяризуемые электроды в ЭХМА. Используемые химические и электрохимические реакции, требования, предъявляемые к этим реакциям. Возможности ЭХМА.

Кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Общая характеристика метода. Удельная и эквивалентная электропроводность растворов электролитов. Подвижность ионов. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Кривые титрования. Факторы, влияющие на ход кривых титрования. Принципиальная схема установки для кондуктометрических измерений, используемые электроды. Возможности метода, достоинства, недостатки. Примеры определений.

Высокочастотное титрование. Особенности метода. Принципиальная схема установки. Используемые индуктивные и емкостные безэлектродные ячейки. Формы кривых высокочастотного титрования. Аппаратура. Возможности метода. Примеры определений.

Потенциометрия и потенциометрическое титрование. Определение метода. Используемые ячейки. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Ионметрия. Доннановский и диффузионный потенциалы. Классификация ионоселективных электродов. Основные характеристики ионоселективных электродов различных типов. Причины, обуславливающие избирательность электродов. Уравнение Никольского-Эйзенмана. Методы определения коэффициентов селективности, верхнего и нижнего предела диапазона определяемых содержаний. Угловой коэффициент электродной функции. Методы количественных определений и условия их применения. Прямая потенциометрия (рН-метрия, ионметрия). Возможности метода. Методы титрования. Обработка кривых потенциометрического титрования. Методы добавок.

Вольтамперометрические методы анализа. Классическая полярография, основы метода. Принципиальная схема полярографической установки. Используемые электроды, требования, предъявляемые к электродам. Поляризационные кривые индикаторных электродов. Ртутный капаящий электрод, твердые электроды. Полярограммы. Интерпретация полярограмм. Остаточный и конденсаторный токи. Фарадеевский ток. Свойства предельного диффузионного тока. Уравнение Ильковича. Уравнение полярографической волны Гейровского. Потенциал полуволны. Выбор и назначение полярографического фона. Аномалии на полярографических кривых и их устранение. Качественный и количественный полярографический анализ. Современные направления развития вольтамперометрии. Области использования. Возможности, достоинства и недостатки метода.

Амперометрическое титрование. Общая характеристика метода. Выбор условий амперометрических измерений. Принципиальная схема установки для амперометрического титрования. Типы кривых титрования. Биамперометрическое титрование, условия амперометрических измерений с двумя индикаторными электродами. Кривые титрования. Возможности, достоинства и недостатки метода. Примеры практического использования.

Кулонометрический метод анализа. Классификация методов кулонометрии. Объединенный закон Фарадея. Выход по току. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Особенности методов. Кулонометрия при контролируемом потенциале и при контролируемом токе. Поляризационные кривые. Выбор потенциала рабочего электрода. Расчет количества электричества, затраченного на электрохимическую реакцию. Принципиальная схема кулонометрической установки. Область применения. Кулонометрическое титрование. Выбор тока электролиза. Особенности генерированного титранта. Способы индикации конечной точки титрования (визуальные и инструментальные).

Принципиальная схема установки для кулонометрического титрования. Практическое применение метода, его достоинства и недостатки.

Электрогравиметрический анализ. Способы выполнения определений. Общая характеристика метода. Процессы, протекающие при электролизе. Выбор электродов. Условия электроосаждения. Требования, предъявляемые к осадкам на электродах. Использование электроосаждения для целей концентрирования, определения и разделения. Внутренний электролиз. Достоинства и недостатки метода.

#### *Раздел 5. Хроматографические методы. Автоматизация методов анализа.*

Теоретические основы хроматографических методов. Области применения хроматографических методов анализа. Хроматограмма. Параметры удерживания. Физико-химические основы хроматографического процесса. Классификация методов хроматографии по агрегатному состоянию фаз, по механизму разделения и способу оформления процесса. Основы хроматографического разделения. Коэффициент распределения и коэффициент разделения. Основной закон хроматографии. Взаимосвязь формы выходной кривой и изотермы сорбции в колоночной хроматографии, аналитический аспект этой зависимости. Факторы, влияющие на скорость движения хроматографической зоны. Теория теоретических тарелок. Теоретическая тарелка. Высота, эквивалентная теоретической тарелке. Кинетическая теория хроматографии. Уравнение Ван-Деемтера. Критерии эффективности хроматографического процесса. Степень разделения и критерий селективности. Критерий разделения. Оптимизация процессов разделения смесей веществ.

#### 5.1. Хроматографические методы.

5.1.1. Газожидкостная хроматография. Общая характеристика метода. Принципиальная схема газового хроматографа. Устройство и назначение узлов хроматографа. Требования, предъявляемые к неподвижной и подвижной фазам. Детекторы, их классификация и требования к ним.

Методы идентификации веществ в газовой хроматографии. Линейные и логарифмические индексы удерживания. Корреляционные уравнения: связь параметров удерживания компонентов с их физико-химическими свойствами. Качественный анализ по логарифмическим индексам удерживания Ковача. Методы количественного анализа: метод абсолютной градуировки, метод нормирования, метод внутреннего стандарта. Поправочные коэффициенты к площадям пиков. Примеры практического использования газовой хроматографии.

5.1.2. Жидкостная хроматография. Классификация методов жидкостной хроматографии. Особенности ВЭЖХ. Принципиальная схема жидкостного хроматографа высокого давления. Типы детекторов в ВЭЖХ. Жидкостно-адсорбционная ВЭЖХ. Нормально-фазовый и обращено-фазовый варианты: сорбенты, элюенты, разделяемые вещества. Типы взаимодействия сорбент-вещество, сорбент-элюент, элюент-вещество в ВЭЖХ. Фактор емкости, его физический смысл. Градиентное элюирование. Влияние эффективности, селективности и емкости колонки на разделение смесей анализируемых веществ. Методы идентификации веществ и количественного анализа в ВЭЖХ. Достоинства и недостатки ВЭЖХ. Ион-парная хроматография, примеры практического использования ВЭЖХ в анализе.

Распределительная бумажная хроматография. Основы бумажной хроматографии. Подвижная и неподвижная фазы. Миксотропный ряд растворителей. Требования к хроматографической бумаге. Хроматографические параметры. Типы хроматограмм: одномерная, двумерная, круговая, электрофоретическая. Метод обращенных фаз. Зависимость формы пятна от вида изотермы распределения. Методы идентификации веществ на бумажной хроматограмме. Количественный анализ в методе бумажной хроматографии. Достоинства и недостатки метода. Область применения.

5.1.3. Ионообменная и ионная хроматография. Сущность метода. Требования, предъявляемые к реакциям ионного обмена. Особенности ионообменной хроматографии. Ионообменное равновесие. Константа ионного обмена. Изотермы ионного обмена. Влияние константы ионного обмена на форму изотермы ионного обмена. Коэффициент селективности. Синтетические ионообменники, катиониты и аниониты. Классификация и свойства. Сорбционные ряды. Виды обменной емкости ионообменников. Выбор оптимальных условий ионообменного разделения веществ. Применение ионообменной хроматографии в аналитической химии органических и неорганических соединений: разделение, очистка, концентрирование и т.д. Примеры применения ионообменной хроматографии в технологических процессах. Ионная хроматография. Блок-схема ионного хроматографа. Разделяющие и компенсационные колонки. Детекторы. Применение в аналитической химии. Аналитические возможности метода.

5.1.4. Гель-хроматография. Подвижная и неподвижная фазы. Общее уравнение, описывающее процесс гель-хроматографии. Сорбенты. Общий, внешний и внутренний объемы геля. Параметры элюирования. Выражение для коэффициента распределения и константы доступности. Возможности гель-хроматографии. Примеры практического использования.

5.1.5. Бумажная распределительная хроматография. Подвижная, неподвижная фаза. Особенности плоскостной хроматографии. Фактор разделения. Виды распределительных хроматографий

#### 5.2. Автоматизация методов химического анализа.

Автоматический и автоматизированный анализ: цели и задачи. Дискретные автоматические анализаторы. Принцип действия, достоинства и недостатки. Проточные методы анализа растворов. Непрерывный проточный анализ и проточно-инжекционный анализ.

### 4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			3		7	
	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>4.47</b>	<b>160.8</b>	<b>1.78</b>	<b>64</b>	<b>2.67</b>	<b>96</b>
Лекции	0.89	32	0.44	16	0.44	16
Лабораторные работы (ЛР)	3.58	128.8	1.33	48	2.22	80
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4.56</b>	<b>164</b>	<b>2.22</b>	<b>80</b>	<b>2.33</b>	<b>84</b>
Контактная самостоятельная работа	4.53	0.8	2.21	0.4	2.32	0.4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		163.2		79,6		83.6
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Зачет с оценкой</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			3		7	
	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>4.47</b>	<b>120.6</b>	<b>1.78</b>	<b>48</b>	<b>2.67</b>	<b>72</b>
Лекции	0.89	24	0.44	12	0.44	12
Лабораторные работы (ЛР)	3.58	96.6	1.33	36	2.22	60
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4.56</b>	<b>123</b>	<b>2.22</b>	<b>60</b>	<b>2.33</b>	<b>63</b>
Контактная самостоятельная работа ( <i>АттК из УП для зач / зач с оц.</i> )	4.53	0.6	2.21	0.3	2.32	0.3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины ( <i>или другие виды самостоятельной работы</i> )		122.4		59,7		62.7
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Зачет с оценкой</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Коллоидная химия» (Б1.О.15)

**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-1.8, ОПК-1.17, ОПК-1.26.*

**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-Граубе. 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.

### **4 Объем учебной**

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>1,78</b>	<b>64</b>	<b>48</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		0,4	0,3
Подготовка к экзамену.	1,0	35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>		<b>Экзамен</b>	

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Вычислительная математика» (Б1.О.16)**

**1. Цель дисциплины** – дать студентам теоретические знания и научить практическим

умениям и навыкам использования современных математических методов расчетов, расчетных исследований, анализа, оптимизации инженерных процессов с применением языка Python для решения широкого круга задач вычислительной математики.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-1.2; ОПК-2.11; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ОПК-3.4; ОПК-3.6; ОПК-3.7; ПК-1.3; ПК-1.6; ПК-1.11;

*Знать:*

- вычислительные и алгоритмические аспекты, необходимые для применения современных систем компьютерной математики, в частности Python;

- методы и алгоритмы для решения инженерно-технических расчетных задач;

*Уметь:*

- формализовать задачи вычислительной математики;

- применять полученные знания при решении практических инженерно-технических расчетных задач вычислительной математики, с использованием современных систем компьютерной математики, в частности Python.

*Владеть:*

- методами применения современных систем компьютерной математики, в частности Python;

- способностью постановки и решения инженерно-технических расчетных задач вычислительной математики и навыками интерпретации и применения получаемых результатов.

## **3. Краткое содержание дисциплины**

**Введение.** Цели и задачи курса. Краткая характеристика численных методов и их особенности. Проблемы и решения. Задачи и место курса в подготовке специалиста.

**Раздел 1. ПКМ Python и особенности его реализации для решения расчетных задач в химии и химической технологии.**

1.1. 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.

1.2. 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).

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

1.4 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.

1.5 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 2. Методы вычислительной математики. Основные этапы решения задач на ЭВМ. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).**

2.1. 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).

2.2. 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.

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

## **Раздел 3. Обработка результатов измерения одной величины. Приближение функции многочленами с одной независимой переменной. МНК. Функции Python для работы с многочленами.**

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

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

3.3. 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.

## **Раздел 4. Решение систем нелинейных уравнений (СНУ) численными методами.**

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

4.2. Методика использования решателей в модуле scipy.optimize, функции root\_scalar, root.

## **Раздел 5. Решение задач многомерной оптимизации численными методами.**

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

5.2 Встроенные методы SciPy. Выбор решателя в модуле scipy.optimize Встроенные методы SciPy, функции minimize\_scalar, minimize.

## **Раздел 6. Анализ и решение дифференциальных уравнений численными методами.**

6.1. 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 учебной дисциплины**

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
---------------------------	-------------------------

	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>
Лекции	0,44	16	12
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32	24
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,67</b>	<b>60</b>	<b>45</b>
Контактная самостоятельная работа	1,67	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,8	44,85
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет</b>		

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Материаловедение и защита от коррозии» (Б1.О.20)

**1. Цель дисциплины** – приобретение студентами знаний об основных типах, строении и свойствах современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-2.2, УК-2.4, УК-2.10; ОПК-1.9; ОПК-1.18; ОПК-1.27.

*Знать:*

- основные классы современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота;

- состав и структуру современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота;

- характеристики современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота;

- принятую в Российской Федерации маркировку основных промышленных материалов;

- взаимосвязь между структурой, свойствами и условиями эксплуатации современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота;

*Уметь:*

- оценивать и управлять свойствами современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота;

- определять основные свойства современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота;

- подбирать материалы с высокими эксплуатационными характеристиками для заданных условий эксплуатации, прогнозировать их

*Владеть:*

- методами определения свойств современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота;

- методами защиты машин и аппаратов химических производств от коррозии.

**3. Краткое содержание дисциплины**

**Раздел 1. Физико-химические основы материаловедения**

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. Кристаллизация металлов и сплавов. Самопроизвольная кристаллизация. Несамостоятельная кристаллизация. Аморфные материалы. Наноматериалы. Аллотропические превращения металлов. Структура неметаллических материалов. Строение полимеров, стекла, керамики.

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.

Физико-химические основы материаловедения.

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. Закаливаемость 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. Латунь, 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.

## **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. Гибридные композиционные материалы.

#### **Раздел 5. Экономически обоснованный выбор материалов.**

Выбор конструкционных материалов для конкретного технологического процесса, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота. 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>1,3</b>	<b>48</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0,9	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,4	16	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>60</b>	<b>45</b>
Контактная самостоятельная работа	1,1	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,8	44,85
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>		

## **Аннотация рабочей программы дисциплины Электротехника и промышленная электроника (Б1.О.21)**

**1. Цель дисциплины** – формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих теоретическую и практическую подготовку выпускника, умеющего выбирать и эксплуатировать электротехнические и электронные устройства, владеющего навыками использования современных информационных технологий для автоматизированного моделирования и расчёта электрических и электронных цепей.

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

Обладать следующими универсальными компетенциями и индикаторами их достижения:  
УК-2 – УК-2.1, УК-2.4, УК-2.6.

Обладать следующими общепрофессиональными компетенциями и индикаторами их достижения: ОПК-1 – ОПК-1.21; ОПК-3 – ОПК-3.3.

#### ***Знать:***

- основные понятия, определения и законы электрических цепей;
- методы автоматизированного моделирования, анализа и расчёта цепей постоянного и переменного токов, методологию электротехнических измерений;
- устройство и принципы работы электротехнического и электронного оборудования, трансформаторов, электрических машин, источников питания.

#### ***Уметь:***

- применять технологии автоматизированного моделирования, анализа, расчёта и эксплуатации электрических сетей, промышленного электрооборудования и электронных приборов;
- выбирать электротехническое и электронное оборудование для решения задач проектирования и реализации химико-технологических процессов и производств.

#### ***Владеть:***

- методологией автоматизированного моделирования и расчёта электрических и электронных цепей;
- практическими навыками работы с электротехнической аппаратурой и электронными устройствами.

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

**Введение.** Предмет, основные понятия, методология электротехники и промышленной электроники. Краткие исторические сведения. Задачи и место дисциплины в подготовке бакалавра химической технологии.

#### ***РАЗДЕЛ I. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ***

##### **1.1. Основные определения, описания параметров и методов расчёта электрических цепей**

Основные понятия и обозначения электрических величин и элементов электрических цепей (ГОСТ 19880-74, ГОСТ 1492-77, ГОСТ 2.730-73, ГОСТ 1494-77). Источники и приемники электрической энергии. Основы электробезопасности. Схемы замещения электротехнических устройств.

Основные понятия теории электрических цепей. Классификация цепей: линейные и нелинейные, неразветвленные и разветвленные, с одним и несколькими источниками питания, с сосредоточенными и распределенными параметрами.

Основные принципы, теоремы и законы электротехники. Принцип непрерывности (замкнутости) электрического тока и магнитного потока. Законы Ома и Кирхгофа.

Методы моделирования, анализа и расчёта линейных электрических цепей постоянного тока. Анализ и расчёт разветвленных электрических цепей с несколькими источниками питания путем составления и решения систем уравнений по законам Кирхгофа, применения методов узловых потенциалов и эквивалентного активного двухполюсника.

Основные свойства и области применения мостовых цепей, потенциометров, делителей напряжения и тока.

Матричная запись уравнений цепей в обобщенных формах.

### **1.2. Электрические измерения и приборы**

Методы измерения электрических величин: прямые и косвенные. Аналоговые электроизмерительные и цифровые электронные приборы: устройство, принцип действия, области применения. Измерение электрических величин: токов, напряжений, сопротивлений, мощности и энергии.

### **1.3. Анализ и расчёт линейных цепей переменного тока**

Способы представления (в виде временных диаграмм, векторов, комплексных чисел) и параметры (амплитуда, частота, начальная фаза) синусоидальных функций. Мгновенное, среднее и действующее значения переменного синусоидального тока (напряжения).

Активное, реактивное и полное сопротивления ветви. Фазовые соотношения между током и напряжением. Мощность в цепях переменного тока. Коэффициент мощности ( $\cos(\varphi)$ ) и его технико-экономическое значение.

Применение алгебры комплексных чисел в электротехнике. Комплексный метод расчёта линейных схем цепей переменного тока. Комплексное сопротивление и комплексная проводимость ветви. Комплексная мощность и баланс мощности в цепях переменного синусоидального тока.

Резонансные явления в электрических цепях, условия возникновения, практическое значение. Резонанс напряжений и токов. Частотные свойства цепей переменного тока. Понятие о линейных четырёхполюсниках. Понятие об электрических цепях с индуктивной (магнитной) связью.

Анализ и расчёт трёхфазных цепей переменного тока. Элементы трёхфазных цепей. Способы изображения и соединения фаз трёхфазного источника питания и приемников энергии. Соединение потребителей электроэнергии звездой и треугольником. Трёх- и четырёхпроводные схемы питания приемников. Назначение нейтрального провода. Мощность трёхфазной цепи. Коэффициент мощности. Техника безопасности при эксплуатации устройств в трёхфазных цепях.

Применение для автоматизированного моделирования и расчёта цепей программных продуктов, разработанных на кафедре, а также пакетов программ «Multisim», «Mathcad», «Excel».

## ***РАЗДЕЛ II. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ УСТРОЙСТВА И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ***

### **2.1. Трансформаторы**

Назначение и области применения трансформаторов. Устройство и принцип действия однофазного трансформатора.

Анализ электромагнитных процессов в трансформаторе, схема замещения.

Потери энергии в трансформаторе. Внешние характеристики. Паспортные данные трансформатора и определение номинального тока, тока короткого замыкания в первичной обмотке и изменения напряжения на вторичной обмотке.



## 2.2. Асинхронные машины

Устройство и принцип действия трёхфазного асинхронного электродвигателя. Вращающееся магнитное поле статора. Магнитное поле машины. ЭДС обмоток статора и ротора. Скольжение. Частота вращения ротора. Электромагнитный момент. Механические и рабочие характеристики.

Энергетические диаграммы. Паспортные данные.

Пуск асинхронных двигателей с короткозамкнутым и фазным ротором. Реверсирование и регулирование частоты вращения ротора.

## РАЗДЕЛ III. ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ

### 3.1. Элементная база современных электронных устройств

Условные обозначения, принцип действия, характеристики и назначение полупроводниковых диодов, транзисторов, тиристоров.

Интегральные микросхемы, их назначение, классификация и маркировка.

### 3.2. Источники вторичного электропитания и усилители электрических сигналов

Полупроводниковые выпрямители: классификация, основные параметры. Электрические схемы и принцип работы выпрямителя. Электрические фильтры.

Классификация и основные характеристики усилителей. Анализ работы однокаскадных и многокаскадных усилителей. Обратные связи в операционных усилителях, их влияние на параметры и характеристики усилителя. Основные типы усилителей на базе ОУ.

## 4. Объем учебной дисциплины.

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<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	0,44	16	12
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,88	32	24
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>1,67</b>	<b>60</b>	<b>45</b>
Контрольные работы	0,56	20	15
Контактная самостоятельная работа	1,11	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		39,6	29,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» (Б1.О.22)

1. **Цель дисциплины** – вместе с дисциплинами общей химической технологии, химических процессов и реакторов и другими связать общенаучную и общеинженерную подготовку химиков-технологов на основе изучения основ гидравлических, тепловых и массообменных процессов химической технологии, что необходимо при подготовке специалистов по данному

направлению для научно-исследовательской и производственно-технологической деятельности.

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

Обладать следующими универсальными компетенциями и индикаторами их достижения:

**УК-2** - УК-2.3, УК-2.10.

Обладать следующими общепрофессиональными компетенциями и индикаторами их достижения:

**ОПК-2** - ОПК-2.1, ОПК-2.7, ОПК-2.12.

*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.
- основные принципы организации процессов химической технологии.

*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 процесса.

*Владеть:*

- методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;
- методами определения рациональных технологических режимов работы оборудования;
- методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции, определения технологических показателей работы аппаратов.

## **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.

Предельные 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 подвисания, 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.

Фильтрация при постоянной скорости фильтрации. Экспериментальное определение констант уравнения фильтрации. 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.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>11</b>	<b>396</b>	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>6</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4,45</b>	<b>160</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>
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)	0,89	32	-	-	0,89	32
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4,55</b>	<b>164</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>	<b>2,33</b>	<b>84</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	4,55	164	2,22	80	2,33	84
<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.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>11</b>	<b>297</b>	<b>5</b>	<b>135</b>	<b>6</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4,45</b>	<b>120</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>	<b>2,67</b>	<b>72</b>
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)	0,89	24	-	-	0,89	24
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4,55</b>	<b>123</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>	<b>2,33</b>	<b>63</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	4,55	123	2,22	60	2,33	63
<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	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 «Общая химическая технология» (Б1.О.23)**

**1. Цель дисциплины** – получение знаний об основных принципах организации, структуре, функциональном составе и компонентах химического производства, методах оценки эффективности его функционирования, анализе и синтезе ХТС, об энерго- и ресурсосберегающих, безотходных и малоотходных технологиях на примерах современных химических производств.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

**ОПК-2:** ОПК-2.4, ОПК-2.8, ОПК-2.13.

*Знать:*

– основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры;

– методы оценки эффективности производства;

– общие закономерности химических процессов; основные химические производства.

*Уметь:*

– рассчитывать основные характеристики химического процесса;

– выбирать рациональную схему производства заданного продукта;

– оценивать технологическую эффективность производства.

*Владеть:*

– методами анализа эффективности работы химических производств.

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

#### **Раздел 1. Введение. Химическое производство.**

Химическая технология как наука. Понятие о химическом производстве. Общие функции (многофункциональность) химического производства. Общая технологическая структура химического производства. Основные операции в химическом производстве. Основные технологические компоненты. Качественные и количественные показатели эффективности химического производства. Классификация сырья. Вторичное сырье (отходы производства и отходы потребления). Вода как сырье и вспомогательный компонент химического производства. Промышленная водоподготовка. Организация водооборота на химическом предприятии. Энергоемкость химического производства. Основные виды энергетических ресурсов. Первичные и вторичные энергетические ресурсы. Иерархическая организация процессов в химическом производстве. Методологические основы химической технологии как науки: системный анализ сложных схем и взаимодействий их элементов.

#### **Раздел 2. Химическое производство: химико-технологическая система (ХТС).**

Структура ХТС. Состав ХТС: элементы, связи, подсистемы. Элементы ХТС, их классификация. Многофункциональные элементы. Технологические связи элементов ХТС (потоки). Описание ХТС. Описательные и графические модели ХТС. Системный подход к их выбору при синтезе и анализе ХТС. Свойства ХТС как системы. Появление в ХТС новых качественных свойств, не характерных для отдельных элементов.

#### **Раздел 3. Анализ и синтез ХТС.**

Понятие и задачи анализа ХТС. Материальный и тепловой балансы. Методика составления и расчета материальных и тепловых балансов ХТС и ее подсистем. Балансовые уравнения в схемах с рециклом. Формы представления балансов (таблицы, диаграммы и др.). Материальный баланс для механических, массообменных и реакционных элементов и подсистем. Обобщенные стехиометрические соотношения и их разновидности для подсистем. Энтальпийный, энергетический (по полной энергии) и эксергетический балансы и КПД. Эксергетический анализ как метод оценки эффективности использования потенциала



сырья и энергии. Техноэкономический анализ ХТС. Определение основных показателей эффективности ХТС. Чувствительность к отклонениям условий эксплуатации и нарушениям режима, надежность ХТС, безопасность производства. Проблемы пуска и остановки агрегатов.

Понятие и задачи синтеза(построения)ХТС.Основные этапыразработки ХТС. Роль математических и эвристических методов. Основные концепции синтеза ХТС. Синтез однородных подсистем. Основы построения оптимальной структуры подсистем теплообменников, разделения сложной смеси, реакторов.

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

Построение ХТС конкретных производств и организация процессов в химических реакторах. Перспективные направления в создании безотходного производства.

#### **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>1,78</b>	<b>64</b>	<b>48</b>
Лекции	0,445	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,445	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32	24
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>	<b>60</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,22	80	60
<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» (Б1.О.24)**

**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-2.6, ОПК-2.10, ОПК-2.15.

*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, pH. 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. 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>1,78</b>	<b>64</b>	<b>48</b>
Лекции	0,9	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	0,44	16	12
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3,26</b>	<b>116</b>	<b>87</b>
Контактная самостоятельная работа	3,26	115,6	86,7
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		0,4	0,3
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Зачет с оценкой</b>	+	+	+
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>зачет с оценкой</b>		

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Химические процессы и реакторы» (Б1.О.25)

**1. Цель дисциплины** – получение обучающимися знаний об основных реакционных процессах и реакторах химической и нефтехимической технологии, в частности: теории процесса в реакционном аппарате химического производства – химическом реакторе, методологии исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях (от молекулярного до масштаба реакционного узла), методике выбора реактора и расчета процесса в нем.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-2.5, ОПК-2.9, ОПК-2.14.

*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 технологии.

*Уметь:*

- произвести выбор типа реактора;
- провести расчет технологических параметров для заданного процесса;
- определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе.

*Владеть:*

- методами расчёта и анализа процессов в химических реакторах;
- методами определения технологических показателей;
- методами выбора химических реакторов.

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

## **Раздел 1. Введение в математическое моделирование химических процессов и реакторов**

Представление о химическом реакторе. Обзор конструкций и структурных элементов химических реакторов. Структура процессов в химическом реакторе. Моделирование, как научный метод исследования процессов. Схема математического моделирования химического реактора. Иерархическая структура процессов в химическом реакторе и иерархическая система моделей. Физико-химические закономерности химических превращений – стехиометрические, термодинамические, кинетические. Показатели химического превращения – степень превращения, выход продукта, интегральная и дифференциальная селективности, скорости реакции и превращения реагентов. Пути повышения эффективности химических превращений на основе знания их физико-химических свойств.

### **Раздел 2. Химический процесс**

Определение химического процесса. Классификация химических процессов по различным признакам. Влияние химических признаков и условий протекания гомогенного процесса на его показатели. Способы интенсификации. Понятие оптимальных температур. Оптимальные температуры для обратимых и необратимых экзо- и эндотермических процессов.

Структура гетерогенного 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.

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. Влияние теплопереноса на гетерогенный и гетерогенно-каталитический процессы.

### **Раздел 3. Химический реактор**

Классификация процессов в реакторах. Обоснование и построение математических модели процесса в реакторах различного типа. Систематизация и классификация математических описаний процессов в реакторах. Влияние структуры потока (идеальное смешение и вытеснение), стационарности режима (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. Сравнение эффективности работы реакторов, описываемых различными моделями – идеального смешения и вытеснения. Организация тепловых потоков и режимов в химических

реакторах. Распределение температуры и концентраций (степени превращения) в реакторе в режимах идеального смешения и распределения, адиабатическом и с теплообменом. Связь температуры и степени превращения в адиабатическом процессе. Сопоставление с изотермическим режимом. Число и устойчивость стационарных режимов в адиабатическом реакторе идеального смешения и автотермическом реакторе идеального вытеснения

#### Раздел 4. Промышленные химические реакторы

Конструкции промышленных реакторов для проведения процессов гомогенных, гетерогенных и каталитических – выбор типа реактора, особенности конструктивные и режима.

#### 4. Объём учебной дисциплины:

Вид учебной работы	Объём 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>
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,67</b>	<b>60</b>	<b>45</b>
Контактная самостоятельная работа	1,67	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,6	44,7
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Зачет с оценкой</b>	+	+	+
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>зачет с оценкой</b>		

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов» (Б1.О.26)

**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-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.8; ОПК-2.11; ОПК-2.16

*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 теплообменниках, 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>1,67</b>	<b>60</b>	<b>45</b>
Контактная самостоятельная работа	1,67	-	-
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 «Физическая культура и спорт» (Б1.О.27)**

**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:** 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>	

**Дисциплины специализации (Б1.О.28)  
Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Химия энергонасыщенных соединений»  
(Б1.О.28.01)**

**1. Цель дисциплины** – ознакомление обучающихся с общими принципами создания энергонасыщенных материалов (ЭМ) как химических аккумуляторов энергии - индивидуальных ВВ, компонентов смесевых ВВ, порохов и ракетных топлив, их физическими и химическими свойствами и способами получения таких материалов, относящихся к различным химическим классам, а также с принципами использования ЭМ в военных и мирных целях.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

**ПК-2** (ПК-2.6), **ПК-7** (ПК-7.11, ПК-7.11), **ПСК-1.1** (ПСК-1.1.1, ПСК-1.1.2, ПСК-1.1.4, ПСК-1.1.7), **ПСК-1.3** (ПСК-1.3.2, ПСК-1.3.3, ПСК-1.3.6, ПСК-1.3.12).

*Знать:*

- основные принципы выбора новых энергонасыщенных материалов и создания технологических процессов их производства;
- основные источники сырья для получения энергонасыщенных соединений,

методы их получения и требования к исходным продуктам;

- теоретические основы процессов нитрования и выбора аппаратного оформления процессов получения энергонасыщенных материалов;

*уметь:*

- прогнозировать перспективные пути синтеза энергонасыщенных соединений с заданными свойствами;

- обеспечивать безопасные условия работы с энергонасыщенными материалами;

*- владеть:*

- практическими навыками получения энергонасыщенных материалов в лабораторных условиях и способами обеспечения безопасности экспериментатора и окружающих;

- современной информацией по производству энергонасыщенных соединений в России и за рубежом;

- навыками изучения и обобщения информации в области химии энергонасыщенных материалов.

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

**Введение.** Краткая история развития химии и технологии энергонасыщенных материалов (ЭМ). Роль ЭМ в развитии цивилизации. Современные требования к ЭМ. Представления о конверсии оборонных производств, технологиях двойного назначения. Параметры, характеризующие эффективность технологии: наличие широкой сырьевой базы, экономическая эффективность, безопасность технологическая и экологическая.

Принципы конструирования индивидуальных энергонасыщенных соединений.

Эксплозифорные группы. Представления о математическом моделировании при изучении ЭМ и направленном синтезе индивидуальных и смесевых ЭМ.

C-Нитросоединения.

**Раздел 1. Основные положения.** Современные представления о строении нитрогруппы и нитросоединений ароматического и алифатического рядов. Геометрия молекул нитросоединений.

Теоретические основы нитрования. Механизм нитрования ароматических углеводородов азотной кислотой и смесями на ее основе. Нитрование в гомогенных и гетерогенных условиях. Нитрование солями нитрония. N- и O-нитрование. Радикальное нитрование алифатических и ароматических углеводородов в паровой и жидкой фазах. Механизм реакции.

Влияние заместителей на кинетику, ориентацию и селективность при нитровании ароматических углеводородов.

Нитрующие реагенты и способы нитрования органических соединений. Техника безопасности и проблемы охраны природы при получении нитросоединений.

Возможности физико-химических методов анализа при изучении нитросоединений и процессов нитрования, использование их в системах управления технологическими процессами.

Общие представления о токсичности нитросоединений, зависимость величин ПДК от строения нитросоединений.

**Раздел 2. Нитроалканы и нитроалкены.** Химия и технология нитросоединений алифатического ряда.

Физические свойства нитроалканов, их зависимость от строения.

Химические свойства нитроалканов. Современные представления о таутомерии нитросоединений, зависимость их кислотности от строения, влияние среды. Галогенирование, нитрозирование, окисление, восстановление, гидролиз, реакции Михаэля, Анри, Манниха, 1,3-диполярное присоединение О-эфиров аци-формы нитросоединений.

Способы получения нитроалканов. Реакции Майера, тер-Меера, Шехтера-Каплана, окисление органических соединений азота, нитрование СН-кислот в кислой и щелочной среде, деструктивное нитрование. Технология парофазного нитрования углеводов.

Строение, физические и химические свойства, способы получения и применение нитрометана, динитрометана, нитроформа, тетранитрометана, гексанитроэтана. Технология нитроформа и тетранитрометана.

Физические свойства, особенности химического поведения и способов получения жирноароматических нитросоединений, нитроолефинов, нитрокарбонильных соединений, нитрокарбоновых кислот. Их применение.

**Раздел 3. Кислородсодержащие нитросоединения.** Нитроспирты. Зависимость их физических и химических свойств от строения, способы получения и применение. Технология нитроспиртов и аминокспиртов на их основе.

Нитрокислоты. Зависимость физических и химических свойств от строения. Способы получения и применение.

#### **Раздел 4. Нитроамины.**

С-Нитроамины. Физические и химические свойства. Реакции с участием аминогруппы. Способы получения и применение. «Основания Манниха», их использование в синтезе ЭМ.

N-Нитроамины. Физические свойства. Строение и таутомерия. Химические свойства. Восстановление, гидролиз, алкилирование, ацилирование, галогенирование, нитрование в кислой и щелочной среде, реакции Анри, Манниха, Михаэля. Способы получения. Механизмы N-нитрования первичных, вторичных и третичных аминов. Применение.

Физические и химические свойства, получение и применение этилен-N,N'-динитрамина, динитрата диэтанол-N-нитрамина, нитрогуанидина, нитромочевины, N,N-динитраминов. Технология нитрогуанидина.

#### **Раздел 5. Органические азиды.**

Строение, физические и химические свойства. Способы получения и применение.

#### **Раздел 6. Дифторамины.**

Фторирующие и дифтораминирующие агенты. Способы получения и применение.

#### **Раздел 7. О-Нитросоединения (нитроэфиры).**

Зависимость физических свойств от строения. Химические свойства нитроэфиров. Переэтерификация, восстановление, гидролиз, термическое разложение. Токсичность нитроэфиров. Способы получения и применение нитроэфиров.

Глицеринтринитрат (нитроглицерин). Свойства и применение. Технология жидких нитроэфиров (инжекторный метод).

Нитраты целлюлозы. Строение, свойства, способы получения и применение нитратов целлюлозы разной степени этерификации. Особенности технологии О-нитрования целлюлозы.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	Всего		6 семестр		7 семестр	
	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>3.55</b>	<b>128</b>	<b>1.33</b>	<b>48</b>	<b>2.22</b>	<b>80</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>1.5</b>	<b>54</b>	-	-	<b>1.5</b>	<b>54</b>
Лекции (Лек)	0.89	32	0.89	32	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0.44	16	0.44	16	-	-
Лабораторные занятия (Лаб)	2.22	80	-	-	2.22	80
в том числе в форме практической подготовки	2	72	-	-	2	72
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>4.45</b>	<b>160</b>	<b>1.67</b>	<b>60</b>	<b>2.78</b>	<b>100</b>
Контактная самостоятельная работа	4.45	0.2	1,67	60	2.78	0.2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		159.8				99.8
<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 контроля:</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Зачет</b>	

Виды учебной работы	Всего		6 семестр		7 семестр	
	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>3.55</b>	<b>96</b>	<b>1.33</b>	<b>36</b>	<b>2.22</b>	<b>60</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>1.5</b>	<b>40.5</b>	-	-	<b>1.5</b>	<b>40.5</b>
Лекции (Лек)	0.89	24	0.89	24	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0.44	12	0.44	12	-	-
Лабораторные занятия (Лаб)	2.22	60	-	-	2.22	60
в том числе в форме практической подготовки	2	54	-	-	2	54
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>4.45</b>	<b>120</b>	<b>1.67</b>	<b>45</b>	<b>2.78</b>	<b>75</b>

Контактная самостоятельная работа	4.45	0.2	1.67	45	2.78	0.2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		159.8				74.8
<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 контроля:</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Зачет</b>	

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Химическая физика энергонасыщенных материалов»  
(Б1.О.28.02)**

**1. Цель дисциплины** – изучение теории возникновения и развития самораспространяющихся физико-химических процессов горения и детонации, кинетики химических реакций, лежащих в основе взрывчатого превращения энергонасыщенных соединений (ЭНС).

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

**ПК-1** (ПК-1.2); **ПСК-1.1** (ПСК-1.1.3, ПСК-1.1.5, ПСК-1.1.6, ПСК-1.1.8); **ПСК-1.2** (ПСК-1.2.1, ПСК-1.2.2, ПСК-1.2.4, ПСК-1.2.6, ПСК-1.2.7, ПСК-1.2.8, ПСК-1.2.9, ПСК-1.2.10).

*Знать:*

- основные принципы выбора новых энергонасыщенных соединений;
- количественную теорию возникновения и развития самораспространяющихся физико-химических процессов горения и детонации, перехода горения в детонацию;
- современные представления о методах расчета и создания новых соединений и составов с заданными физико-химическими, взрывчатыми, механическими и другими специальными свойствами;
- классификацию энергонасыщенных материалов и изделий с точки зрения промышленной безопасности, транспортировки, хранения, применения, основную номенклатуру материалов и изделий;
- химические, физико-химические, энергетические и взрывчатые характеристики основных представителей индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов;
- теоретические основы разработки составов на основе энергонасыщенных материалов;

*Уметь:*

- теоретически рассчитывать и экспериментально определять термодинамические и взрывчатые характеристики энергонасыщенных материалов;

*Владеть:*

- методами использования современных компьютерных технологий для расчета свойств взрывчатых веществ, процессов горения и детонации;
- методиками расчета и экспериментального определения взрывчатых характеристик и специальных свойств энергонасыщенных материалов и изделий;
- навыками экспериментальной работы по исследованию энергонасыщенных соединений.



### 3. Краткое содержание дисциплины:

#### Введение

Энергетические ресурсы человечества. Химические энергоносители (ХЭН). Особенности энергетических потребностей некоторых отраслей техники. Энергонасыщенные материалы (ЭНМ). Конденсированные взрывчатые системы (КВС). Области применения. Основные представители конденсированных ВС. Классификация ЭНМ. Способность вещества к экзотермическим превращениям. Самоускоряющиеся реакции. Способность физико-химических процессов к самораспространению. Тепловое, автокаталитическое и цепное самоускорение. Формы и способы инициирования взрывного превращения. Основные режимы горения - тепловой и холоднопламенный, кинетический и диффузионный. Горение ламинарное (кондуктивное), турбулентное (конвективное). Радиационный режим горения. Взрывное горение. Детонация. Проблемы взрывобезопасности в химической и иных отраслях промышленности.

#### Раздел 1. Основы химической кинетики термического распада энергонасыщенных материалов

##### *Основные положения и определения химической кинетики термического распада энергонасыщенных материалов (ЭМ)*

Мономолекулярные и бимолекулярные реакции. Глубина превращения. Характеристическое время реакции ( $t_r$ ). Гарантийный срок хранения. Принцип квазистационарных концентраций. Макроскопические стадии сложных реакций. Реакции, контролируемые диффузией, и энергия активации. Влияние температуры на константу скорости. Реакции разложения и реакции окисления. Их температурные зависимости. Цепные реакции. Особенности окисления диоксидом и оксидом азота.

##### *Термический распад различных классов ЭМ.*

Основные особенности распада ЭНМ (кинетические характеристики, продукты распада, выделение тепла при распаде). Особенности низкотемпературного химического превращения ЭМ разных классов. Химическая стойкость ЭНМ (при хранении, в процессе производства, при снаряжении, в условиях применения). Пути повышения химической стойкости. Методы оценки химической стойкости. Методы исследования кинетики термического разложения ЭНМ. Неизотермическая кинетика. Определение кинетических параметров.

Влияние агрегатного состояния на скорость распада. Реакции в газовой фазе. Роль гетерогенных процессов. Влияние обратимости реакций распада на кинетические параметры.

Реакции в жидкой фазе. Автокатализ. Линейный автокатализ. Изменение скорости автокаталитической реакции со временем.

Распад твердых веществ. Эффекты, которые возмущают и маскируют твердофазный процесс. Топохимические реакции при распаде ЭМ. Влияние внешних воздействий на распад ЭНМ.

Алифатические и ароматические нитросоединения. Молекулярный и радикальный распад. Влияние структуры. Нитро-нитритная перегруппировка. Образование аци-формы.

Термический распад нитроэфиров. Особенности распада в жидкой фазе. Влияние структуры. Влияние воды. Гидролиз. Особенности распада нитроклетчатки.

Вторичные нитрамины. Влияние геометрической структуры нитраминного фрагмента на кинетические параметры.

Органические азиды. Термическое разложение фуразанов и фуроксанов. Термическое разложение тетразолов. Органические дифтораминасоединения.

Общие закономерности термического разложения ониеых солей. Влияние избыточной кислоты или основания. Сублимация и термическое разложение.

Азотная кислота. Влияние концентрации на кинетические закономерности распада. Растворы азотной кислоты в органических растворителях.

Хлорная кислота. Причины остановки распада. Влияние концентрации. Цепной процесс при разложении.

Нитрат аммония. Ионный и радикальный механизм разложения. Влияние воды, кислоты и аммиака на скорость разложения. Влияние добавок на скорость разложения.

Перхлорат аммония. Кинетика низко- и высокотемпературного разложения. Влияние избыточных кислот и оснований, различных добавок и излучения. Термическое разложение смесевых систем на основе перхлората аммония.

Динитромидат аммония. Нитроформат гидразина.

## **Раздел 2. Теплофизика экзотермических химических превращений**

### ***Адиабатическое воспламенение***

Преобразование экспоненциальной функции по Д.А. Франк-Каменецкому. Подобие полей концентраций полю температуры.

Скорость выделения тепла при химической реакции. Экзотермическая реакция в адиабатических условиях. Скорость накопления тепла в системе. Максимум скорости. Период индукции ( $t_a$ ). Критерий взрывчатости. "Вырождение". Зависимость адиабатического периода индукции от начальной температуры и давления.

### ***Теория "теплового взрыва"***

Теория Н.Н. Семенова и Д.А. Франк-Каменецкого. Скорость выделения, подвода, отвода и накопления тепла. Критерий Семенова (Se) и Франк-Каменецкого (Fk). Критические условия теплового взрыва при постоянном коэффициенте теплообмена. Время прогрева и период индукции. Задержка воспламенения. Основные задачи теории воспламенения. Автокаталитический "тепловой взрыв". Очаговый "тепловой взрыв". Воспламенение при адиабатическом сжатии газа. Воспламенение в потоке.

### ***Зажигание***

Переход от симметричного воспламенения к несимметричному. Несимметричное воспламенение пластины (задача Я.Б. Зельдовича). Воспламенение полубесконечного тела. Воспламенение и горение. Методы определения характеристик воспламенения и зажигания.

## **Раздел 3. Термодинамика физико-химических волн**

### ***Термодинамическое описание волновых процессов.***

Волновые явления в природе и технике, сопровождающиеся существенными физико-химическими превращениями - волны плавления и кристаллизации, кипения и конденсации, полиморфные переходы, топохимические реакции в волновом режиме. Диффузионные волны, волны прогрева и охлаждения, звуковые волны, ударные волны и волны разрежения. Уравнения сохранения и уравнение состояния исходного вещества и продуктов горения и взрыва, как основа математического описания процессов распространения волн экзотермических химических реакций. Связь функций состояния и гидродинамических переменных в данном сечении волны. Адиабата Гюгонио. Прямая Рэлея-Михельсона. Дефлаграция. Детонация. Условие Жугэ. Стационарность движения и устойчивость стационарных решений. Пути реализации сильных и слабых волновых процессов.

### ***Термодинамика горения и детонации***

Исходные положения. Стехиометрия взрывчатых систем. Кислородный баланс (КБ) и коэффициент избытка окислителя ( $\alpha_0$ ). Кислородный коэффициент (A). Эквивалентное отношение ( $\varnothing$ ). Компонировка и расчет элементарного состава взрывчатых систем.

Корреляционные методы расчета  $\Delta H_f^\circ$ . Изменение энтальпии в результате реакции взрывчатого превращения ( $\Delta H_r^\circ$ ). Основные формы уравнения состояния продуктов горения и взрыва и области их применения (сгорание ТРТ в полужамкнутом объеме; сгорание пороха в замкнутом объеме; детонация и расширение продуктов взрыва).

### ***Продукты горения КВС при умеренном давлении***

Термодинамическое равновесие в продуктах горения. Основные равновесные реакции, их энергии Гиббса ( $\Delta G_T$ ), константы равновесия ( $K_p$ ). Таблицы внутренних энергий и энтальпий продуктов горения. Три группы CHNO - взрывчатых систем. Приближенный

расчет состава и термодинамических характеристик продуктов сгорания в равновесном адиабатическом процессе. Диссоциация продуктов сгорания. Образование гидроксил радикала, оксидов азота, метана, аммиака и синильной кислоты при горении и взрыве. Продукты сгорания галогенсодержащих ВС. Образование сажи при горении. Горение металлов. Расчет состава и термодинамических характеристик продуктов сгорания. Равновесное охлаждение продуктов сгорания. Замороженное равновесие.

#### ***Термодинамика продуктов взрыва КВС.***

Методы экспериментального определения теплоты, температуры и состава продуктов горения и взрыва. Калориметрическая бомба Бертло. Бомба Бихеля. Детонационный калориметр.

Уравнение Нобля-Абеля. Коволлом и сила пороха. Уравнение состояния продуктов взрыва при сверхвысоком давлении ( $10^9$ - $10^{11}$  Па). Тепловое (кинетическое) давление и упругое (холодное, статическое) давление. Принцип расчета состава и термодинамических характеристик продуктов взрыва при высоком давлении.

### **Раздел 4. Теория горения**

#### ***Стационарное горение***

Нормальная скорость горения. Горение газов и летучих взрывчатых веществ. Зона прогрева и зона реакции. Баланс тепла при ламинарном горении. Нормальная скорость одностадийного горения. Ведущая стадия горения. Двухстадийное горение.

Горение взрывчатых веществ с тепловыделением в конденсированной фазе. Явление диспергирования при горении. Ведущая стадия горения.

Влияние давления и начальной температуры на скорость горения конденсированных систем. Практическое значение указанных зависимостей.

Результаты опытов по горению КВС различных химических классов. Реакция в конденсированной и газовой фазах.

Закономерности горения смесевых твердых ракетных топлив. Влияние природы и размера частиц окислителя, природы связующего, соотношения окислитель-горючее. Регулирование баллистических характеристик.

Методы определения скорости горения конденсированных систем. Бомба постоянного давления. Манометрическая бомба. Исследования структуры пламени.

#### ***Тепловая неустойчивость горения***

Пределы распространения пламени. Критический диаметр горения. Концентрационные пределы. Тепловая неустойчивость при горении ЭМ. Критерий Зельдовича. Критерий Новожилова.

#### ***Гидродинамическая неустойчивость горения***

Автотурбулизация горения жидкостей по Ландау-Андрееву. Влияние вязкости на критическую скорость горения. Турбулентное (конвективное) горение порошкообразных веществ. Переход горения на турбулентный режим. Опыты в бомбе постоянного давления и в манометрической бомбе.

#### ***Газодинамическая неустойчивость горения***

Газодинамическая неустойчивость горения ЭМ. Влияние показателя степени в законе горения на газодинамическая неустойчивость.

### **Раздел 5. Теория детонации**

#### ***Теория детонации газов***

Правило отбора Чепмена-Жугэ. Скорость детонации газа. Зависимость ее от теплоты взрыва, состава продуктов взрыва, начальной температуры и давления. Теория и опыт. Структура фронта детонационной волны. Спиновая детонация в газах.

#### ***Ударные волны в конденсированных веществах***

Измерение давления в ударной волне. Метод откола. Метод аквариума. Электромагнитный метод. Ударные адиабаты конденсированных веществ. Температура ударного разогрева.

### ***Детонация конденсированных веществ***

Зависимость идеальной скорости детонации от плотности наряда. Теория идеальной детонации КВС Ландау-Станюковича. Уравнение состояния продуктов взрыва при детонации. Механизм реакции при детонации. Температура детонации. Методы расчета параметров детонации. Методы экспериментального определения параметров детонации конденсированных ЭМ.

### ***Нестационарные явления при детонации конденсированных ЭМ.***

Детонация конденсированных ЭМ с потерями. Зависимость скорости детонации, давления и температуры в детонационной волне от диаметра заряда. Критический диаметр детонации. Принцип Ю.Б. Харитона. Зависимость критического диаметра детонации от начальной температуры, плотности заряда, размеров частиц и др. факторов. Влияние оболочки на скорость и критический диаметр детонации. Теория критического диаметра детонации гомогенных ЭМ.

Низкоскоростные детонационные режимы, механизмы их распространения в жидких и твердых ЭМ.

## **Раздел 6. Возбуждение взрывчатого превращения**

### ***Возбуждение химической реакции под воздействием внешнего импульса***

Основные положения. Виды чувствительности к внешним воздействиям. Начальные импульсы. Избирательность чувствительности ЭМ к различным начальным импульсам. Пути возникновения взрывов при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов.

### ***Возбуждение взрывчатого превращения тепловым импульсом***

Возникновение вспышки ВВ при постоянной температуре или медленном нагреве. Возникновение горения ВВ при его поджигании (воспламенение ВВ). Экспериментальные методы определения чувствительности ВВ к тепловому воздействию.

### ***Возбуждение взрыва при механических воздействиях***

Механизм инициирования твердых ВВ. Концентрация энергии упругого сжатия. Разрушение. Разогрев на плоскостях скольжения. Роль частиц абразивных материалов. Методы испытания: копры К-44-I и К-44-II, приборы №1 и №2. Основные характеристики чувствительности. Критическое напряжение, критическая энергия, наименьшая высота падения груза, частоты взрывов в приборах №1 и №2. Чувствительность ЭМ к трению. Методы испытания, копер К-44-III. Сравнение методов испытания друг с другом.

### ***Возбуждение взрыва при динамических воздействиях.***

Точечное инициирование. Минимальный инициирующий импульс. Иницирующее действие капсулей-детонаторов. Ударная волна как результат и источник возникновения взрыва. Критическое давление инициирования детонации. Зависимость критического давления инициирования детонации от различных факторов. Передача детонации через преграду, Гэп-тест. Передача детонации на расстояние. Методы испытаний. Расстояния безопасные по передаче детонации.

### ***Возбуждение взрывчатого превращения при воздействии электрических импульсов***

Воздействие мостика накаливания, электрического пробоя разрядных искровых промежутков, электрического взрыва металлических проволочек на конденсированные ЭМ. Чувствительность конденсированных ЭМ к разряду статического электричества.

### ***Переход горения в детонацию (ПГД).***

Основные стадии процесса. Методы исследования процесса, определения склонности ЭМ к ПГД. Критические условия стационарного горения, срыва стационарного режима на конвективный режим. Режимы конвективного горения, механизм формирования ударной волны критической интенсивности. Особенности перехода горения в детонацию в порошкообразных и высокоплотных ЭМ.

### Раздел 7. Разрушающее действие взрыва

Общие положения о работе взрыва. Формы работы и баланс энергии при взрыве.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	Всего		7 семестр		8 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>10</b>	<b>360</b>	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4.0</b>	<b>144</b>	<b>1.78</b>	<b>64</b>	<b>2.22</b>	<b>80</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>1.39</b>	<b>50</b>	-	-	<b>1.39</b>	<b>50</b>
Лекции (Лек)	1.33	48	1.33	48	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0.45	16	0.45	16	-	-
Лабораторные занятия (ЛР)	2.22	80	-	-	2.22	80
в том числе в форме практической подготовки	2	72	-	-	2	72
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>5.0</b>	<b>180</b>	<b>2.22</b>	<b>80</b>	<b>2.78</b>	<b>100</b>
Контактная самостоятельная работа	5.0	0.2	2.22	-	2.78	0.2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		179.8		80		99.8
<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 контроля:</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Зачет</b>	

Виды учебной работы	Всего		7 семестр		8 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>10</b>	<b>270</b>	<b>5</b>	<b>135</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4.0</b>	<b>108</b>	<b>1.78</b>	<b>48</b>	<b>2.22</b>	<b>60</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>1.39</b>	<b>37.5</b>	-	-	<b>1.39</b>	<b>37.5</b>
Лекции (Лек)	1.33	36	1.33	36	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0.45	12	0.45	12	-	-
Лабораторные занятия (ЛР)	2.22	60	-	-	2.22	60
в том числе в форме практической подготовки	2	54	-	-	2	54
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>5.0</b>	<b>135</b>	<b>2.22</b>	<b>60</b>	<b>2.78</b>	<b>75</b>
Контактная самостоятельная работа	5.0	0.15	2.22	-	2.78	0.15

Самостоятельное изучение разделов дисциплины		134.75		60		74.75
<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 контроля:</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Зачет</b>	

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Химическая технология бризантных ЭНС»  
(Б1.О.28.03)**

**1. Цель дисциплины** – научить студентов общим принципам построения технологических процессов производства энергонасыщенных соединений (ЭНС) и их эксплуатации.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

**ПСК-1.3** (ПСК-1.3.1, ПСК-1.3.2, ПСК-1.3.3, ПСК-1.3.4, ПСК-1.3.7, ПСК-1.3.10, ПСК-1.3.12, ПСК-1.3.13)

*Знать:*

- основные принципы выбора новых энергонасыщенных соединений и создания технологических процессов их производства;

- теоретические основы процессов нитрования – механизм, кинетику и термодинамику;

- аппаратное оформление процессов получения энергонасыщенных материалов;

- технологические процессы получения основных энергонасыщенных соединений;

*Уметь:*

- синтезировать и получать на непрерывной установке основные энергонасыщенные материалы классов нитроароматических соединений, нитраминов, нитроэфиров и гетероциклических соединений;

- экспериментально определять основные физические и физико-химические характеристики энергонасыщенных соединений, проводить их анализ химическими и физико-химическими методами;

- выполнять расчеты кислотных смесей, основных параметров технологических процессов получения нитросоединений;

*Владеть:*

- современной информацией по организации и объему производству энергонасыщенных соединений в России и за рубежом;

- навыками экспериментальной работы по получению и исследованию энергонасыщенных соединений.

**3. Краткое содержание дисциплины:**

**Введение**

Химическая технология энергонасыщенных соединений - раздел химической технологии, особенности которого обусловлены опасностью получаемых продуктов и реакционных масс, используемых при их производстве.

**Раздел 1. Общие принципы подхода к организации технологических процессов производства энергоемких материалов**

Факторы, определяющие целесообразность создания новых и модернизации существующих производств. Выбор и синтез новых соединений, изучение их физических, химических и специальных свойств, определение области использования. Параметры,

определяющие эффективность технологии: наличие широкой сырьевой базы, экономическая эффективность, технологическая и экологическая безопасность.

## **Раздел 2. Принципиальная схема цеха по получению нитросоединений.**

Особенности производства нитросоединений с позиций технологической безопасности. Системы приема и хранения сырья, обеспечения производства электроэнергией, теплом, хладагентами, сжатыми газами. Системы регенерации отработанных (азотной, серной и уксусной) кислот и растворителей. Их роль в производстве нитросоединений. Основные стадии процесса. Охрана природы при производстве ВВ. Технологические решения с целью оптимизации расхода реагентов. Организация кислото- и водооборота. Биологическая очистка сточных вод. Взрывобезопасное оформление систем вентиляции и сбора отходов.

## **Раздел 3. Реакционный узел в производстве нитросоединений. Дополнительные главы теории нитрования**

Системы подготовки компонентов. Методы регулирования и обеспечения равномерности дозирования компонентов в реакторы для многокомпонентных систем. Теплота реакции нитрования и разбавления кислот и их смесей.

Механизм, кинетика и термодинамика процессов нитрования. Нитрование в безводных кислотных смесях: связь скорости нитрования с функциями кислотности ( $H_0$ ,  $H_R$ ,  $M$ ).  $\pi$ - и  $\sigma$ -Комплексы, конкурирующее нитрование. Роль катион-радикалов в реакциях окислительного и «нормального» нитрования, Ипсо-нитрование: его роль в основных и побочных процессах. Параллельно протекающие реакции при нитровании.

Каталитическое нитрование. Природа твердых катализаторов. Их влияние на скорость процесса и изомерный состав продуктов нитрования.

## **Раздел 4. Технологическое оформление процессов нитрования**

Нитрование в гомогенных и гетерогенных системах. Использование кинетической и диффузионной моделей для количественного описания лабораторных и промышленных процессов нитрования в гетерогенных системах. Организация потоков при нитровании. Кислотооборот.

Взрывоопасность целевых продуктов, реакционных смесей, возможность возникновения взрыва во вспомогательных системах. Меры, предупреждающие возникновение аварий. Аппаратурное оформление процессов. Конструкции реакторов. Конструкции сепараторов. Химические процессы, протекающие в сепараторе, их учет при оценке опасности процесса. КИП.

## **Раздел 5. Производство ароматических нитросоединений**

Химия нитропроизводных бензола, толуола и других АУ. Химические реакции, протекающие при получении тротила. Кинетика процессов. Реакционная способность изомеров нитротолуолов на стадиях нитрования и очистки. Технология тринитротолуола. Современное технологическое оформление стадии нитрования в России и за рубежом. Перспективные технологические процессы. Стадия очистки: физические и химические методы; технологическое оформление стадии очистки. Сушка тротила, стадии чешуирования и грануляции. Физико-химические основы и аппаратурное оформление процессов. Математическое моделирование процесса нитрования в производстве тринитротолуола.

Химия и технология замещенных бензолов: тринитропроизводные фенола, резорцина, хлорбензола, анилина. Получение прямым нитрованием и косвенными методами. Применение в синтезе термостойких ВВ. Химия и технология нитронафталинов. Термостойкие ВВ.

## **Раздел 6. Технология N-нитраминов**

Химия и технология ароматических нитраминов. Тетрил. Особенности нитрования ароматических аминов в ядро и по атому азота. Технология тетрила. Кинетика, механизм процесса в среде концентрированной серной и разбавленной азотной кислоты. Циклические

полонитрамины. Особенности строения и свойства циклических полонитраминов, полиморфизм. Области применения. Кинетика и тепловые эффекты нитролиза уротропина. Технология гексогена. Сравнительная характеристика отечественной и зарубежной технологии гексогена. Получение в среде азотной кислоты и уксусно-азотных кислотных смесей Флегматизация, физико-химические основы и технологическое оформление процесса. Технология октогена. Уксусно-ангидридная технология октогена. Процессы кристаллизации и рекристаллизации, физико-химические основы. Возможности регулирования кристаллической модификации и гранулометрического состава. Получение октогена через ДАПТ и ТАТ. «Безангидридная» технология. Перспективные процессы.

#### **Раздел 7. Технология нитроэфиров**

Строение и реакционная способность О-нитросоединений. Области применения. Методы получения и очистки. Технология тетранитропентаэритрита и нитроглицерина. Особенности аппаратного и технологического оформления. Обеспечение безопасности процесса. Нитроцеллюлоза. Особенности организации процесса нитрования целлюлозы. Современная технология нитроцеллюлозы. Стабилизация.

#### **Раздел 8. Малочувствительные ВВ и составы**

Малочувствительные ВВ (МЧВВ) и составы (МЧВС). Ударноволновая чувствительность как основная характеристика этих систем. Три основных направления в разработке МЧВВ и МЧВС: 1) введение новых добавок в существующие ВВ; 2) составы на основе циклических нитраминов с полимерным связующим; 3) новые МЧВВ. Химия и технология 1,3,5-триамино-2,4,6-тринитробензола, 2,2',4,4',6,6'-гексанитростильбена, 3-нитро-1,2,4-триазол-3-она).

#### **Раздел 9. Технология нитросоединений, используемых в качестве промежуточных продуктов в химической промышленности**

Технология нитробензола и анилина; динитротолуола и толуилендиамина. Производство толуилен- и +метилендиизоцианатов. Основные потребители нитросоединений: производства полимеров, красителей и биологически-активных веществ. Процессы восстановления нитрогруппы: механизм, кинетика, термодинамика. Катализаторы, их состав и структура. Блочные катализаторы.

#### **4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	Всего		7 семестр		8 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>11</b>	<b>396</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>8</b>	<b>288</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4.45</b>	<b>160</b>	<b>0.9</b>	<b>32</b>	<b>3.55</b>	<b>128</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>2.1</b>	<b>76</b>	-	-	<b>2.1</b>	<b>76</b>
Лекции (Лек)	1.34	48	0.9	32	0.44	16
Практические занятия (ПЗ)	0.44	16	-	-	0.44	16
Лабораторные занятия (Лаб)	2.67	96	-	-	2.67	96
в том числе в форме практической подготовки	2.22	80	-	-	2.22	80
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>4.55</b>	<b>164</b>	<b>1.1</b>	<b>40</b>	<b>3.45</b>	<b>124</b>
Контактная самостоятельная работа	4.55	-	1.1	-	3.45	-
Самостоятельное изучение разделов		164		40		124



дисциплины						
<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 контроля:</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>	

  

Виды учебной работы	Всего		7 семестр		8 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>11</b>	<b>297</b>	<b>3</b>	<b>81</b>	<b>8</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4.45</b>	<b>120</b>	<b>0.9</b>	<b>24</b>	<b>3.55</b>	<b>96</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>2.1</b>	<b>57</b>	-	-	<b>2.1</b>	<b>57</b>
Лекции (Лек)	1.34	36	0.9	24	0.44	12
Практические занятия (ПЗ)	0.44	12	-	-	0.44	12
Лабораторные занятия (Лаб)	2.67	72	-	-	2.67	72
в том числе в форме практической подготовки	2.22	60	-	-	2.22	60
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>4.55</b>	<b>123</b>	<b>1.1</b>	<b>30</b>	<b>3.45</b>	<b>93</b>
Контактная самостоятельная работа	4.55	-	1.1	-	3.45	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		123		30		93
<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 контроля:</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>	

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Химия и технология инициирующих и быстрогорящих взрывчатых веществ»  
(Б1.О.28.04)**

**1. Цель дисциплины** – ознакомление обучающихся с химическими, физико-химическими и взрывчатыми свойствами инициирующих и быстрогорящих ВВ, методами их испытаний, правилами безопасного обращения, традиционными и новыми технологическими приемами получения штатных инициирующих взрывчатых веществ, а также с конструкциями и устройствами, в которых используются инициирующие материалы.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

**ПК-1** (ПК-1.2); **ПСК-1.1** (ПСК-1.1.1, ПСК-1.1.2, ПСК-1.1.3, ПСК-1.1.4, ПСК-1.1.5, ПСК-1.1.7); **ПСК-1.3** (ПСК-1.3.1, ПСК-1.3.2, ПСК-1.3.4, ПСК-1.3.6, ПСК-1.3.8, ПСК-1.3.9, ПСК-1.3.12, ПСК-1.3.13).

*Знать:*

– основные свойства и методы получения инициирующих и быстрогорящих взрывчатых веществ;

- методы испытания и определения основных характеристик;
- правила безопасного обращения с этими материалами;

*Уметь:*

- исследовать основные свойства и прогнозировать потенциальные области применения новых иницирующих и быстрогорящих материалов;

*Владеть:*

- практическими навыками безопасной работы с иницирующими и быстрогорящими взрывчатыми веществами в лабораторных условиях.
- информацией по производству и применению иницирующих и быстрогорящих ВВ.

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

#### **Введение**

Структура дисциплины, литература для самостоятельного изучения. Место иницирующих ВВ (ИВВ) в ряду энергонасыщенных материалов. Исторические этапы развития ИВВ и средств иницирования. Быстрогорящие ВВ. Экологические аспекты использования ИВВ для гражданских целей и в промышленности.

#### **Раздел 1. Основные свойства иницирующих и быстрогорящих взрывчатых веществ (ИВВ и БГВВ)**

1.1. Классификация ИВВ по химическому признаку (12 классов). Основные представители. Характерные свойства ИВВ, отличающие их от других энергонасыщенных материалов. Высокая скорость начальной стадии взрывчатого превращения (горения) как ключевой фактор для объяснения многих свойств ИВВ. Количественное различие между иницирующими и бризантными ВВ при развитии процесса перехода горения в детонацию с точки зрения основных положений теории горения пористых систем.

1.2. Основные характеристики ИВВ и БГВВ. Иницирующая способность, чувствительность к удару, трению, лучу огня, термическая стойкость. Методы определения иницирующей способности. Минимальный иницирующий заряд. Влияющие факторы. Копровые методы определения чувствительности. Методы исследования термической стойкости. Температура вспышки. Время задержки вспышки.

#### **Раздел 2. Основные представители ИВВ. Химические и взрывчатые свойства.**

##### **Промышленные и лабораторные методы получения**

2.1. Взрывчатые комплексные соединения переходных металлов. Строение комплексных соединений. Лиганды и анионы для получения быстрогорящих и иницирующих ВВ. Влияние природы металла, лиганда и противоиона на взрывчатые свойства веществ. Основные представители, методы получения, физико-химические и взрывчатые свойства.

2.2. Соли фульминовой кислоты. Фульминаты металлов. Гремучая ртуть. История открытия. Химизм получения и строение. Физико-химические и взрывчатые свойства. Взаимодействие с металлами. Способ промышленного производства по стадиям. Методы уничтожения.

2.3. Азотистоводородная кислота. Строение и способы получения. Физические, химические и взрывчатые свойства. Соли с металлами. Промышленные способы получения азидов натрия по стадиям. Физико-химические и взрывчатые свойства азидов свинца. Взаимодействие с кислотами, щелочами и металлами. Гидролитическая

нестойкость. Способ промышленного производства по стадиям. Виды промышленного азида свинца. Методы уничтожения.

2.4. Соли полинитрооксибензолов как ИВВ и компоненты пиротехнических смесей. Калиевые и свинцовые соли полинитрофенолов и резорцинов. Стифнат свинца. Физико-химические и взрывчатые свойства. Области применения. Промышленный способ получения по стадиям. Метод уничтожения.

2.5. Диазодинитрофенол. Строение, свойства, методы получения. Взрывчатые характеристики и применение. Промышленный способ получения по стадиям. Методы уничтожения. Соли диазонитробензолов. Нитраты и перхлораты моно- и динитродиазобензолов. Способы получения и взрывчатые свойства.

2.6. 5-Замещенные тетразола в качестве иницирующих ВВ. Влияние природы заместителя на скорость горения и взрывчатые свойства тетразолов. Производные 5-нитротетразола как перспективные «зеленые» ИВВ. Штатное ИВВ тетразен. Строение, методы получения, химические и взрывчатые свойства. Промышленный способ получения по стадиям. Лабораторный и промышленный способ уничтожения.

2.7. Органические азиды как ИВВ. Общие методы получения и основные представители. Циануртриазид и триазидотринитробензол. Лабораторный способ получения, взрывчатые свойства.

2.8. Органические перекиси. Общая характеристика и основные представители взрывчатых пероксидов. Пероксиды ацетона. Гексаметилентрипероксиддиамин. Методы получения и свойства.

2.9. Соли динитробензофуросана. Способ получения. Влияние положения металла в молекуле на взрывчатые свойства соединения. Калиевая соль 4,6-динитробензофуросана как перспективное экологически-безопасное ИВВ для ударно-воспламенительных капсульных составов.

### **Раздел 3. Применение ИВВ. Средства иницирования**

3.1. Классификация СИ. Средства возбуждения детонации. Средства воспламенения. Основные и вспомогательные СИ. Капсюли-воспламенители и капсюли-детонаторы. Электрические и неэлектрические системы иницирования.

3.2. Средства передачи иницирующего и огневого импульса на расстоянии. Огнепроводный и детонирующий шнуры. Основные типы шнуров и их характеристики. Стопин. Ударно-волновая трубка.

### **4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>7</b>	<b>252</b>	<b>189</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>3.1</b>	<b>112</b>	<b>84</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>1.1</b>	<b>40</b>	<b>30</b>
Лекции	0.6	20	15
Практические занятия (ПЗ)	0.3	12	9
Лабораторные работы (ЛР)	2.2	80	60
в том числе в форме практической подготовки	2	72	54
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2.9</b>	<b>104</b>	<b>78</b>
Контактная самостоятельная работа	2,9	-	-

Самостоятельное изучение разделов дисциплины		104	78
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	<b>1</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>
Подготовка к экзамену		<b>35,6</b>	<b>26,7</b>
<b>Вид контроля:</b>		<b>экзамен</b>	

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Химия гетероциклических соединений азота»  
(Б1.О.28.05)**

**1. Цель дисциплины** – ознакомление обучающихся с общими принципами построения энергоемких азотсодержащих гетероциклов (ЭАГ), их физическими и химическими свойствами, а также с особенностями использования ЭАГ в военных и мирных целях.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

**ПК-7** (ПК-7.11); **ПСК-1.1** (ПСК-1.1.1, ПСК-1.1.2, ПСК-1.1.3, ПСК-1.1.4, ПСК-1.1.5, ПСК-1.1.6, ПСК-1.1.7); **ПСК-1.2** (ПСК-1.2.11).

*Знать:*

- основные принципы создания новых энергонасыщенных азотсодержащих гетероциклов;
- основные методы получения и требования к исходным продуктам;
- теоретические основы процессов нитрования, окисления и азидирования азотсодержащих гетероциклов;

*Уметь:*

- прогнозировать эффективные пути синтеза энергоемких гетероциклических соединений;
- оценивать химические и энергетические свойства новых энергонасыщенных материалов;

*Владеть:*

- практическими навыками получения энергонасыщенных гетероциклов в лабораторных условиях;
- современной научно-технической информацией по получению и физико-химическим свойствам энергонасыщенных азотсодержащих гетероциклов;

**3. Краткое содержание дисциплины:**

**Раздел 1. Введение. Основные положения.** Место нитропроизводных азотсодержащих гетероциклов в ряду энергоемких материалов и биологически активных веществ. Основные понятия о взаимном влиянии природы гетероатома и кольца на реакционную способность соединений. Ароматичность азотистых гетероциклов.

Номенклатура гетероциклических соединений.

Заместительная и тривиальная номенклатура. Система Ганча-Видмана в применении к азотистым гетероциклам. Особенности номенклатуры полициклических соединений.

Общие принципы синтеза гетероциклических соединений.

Понятие о реакциях гетероциклизации. Классификация реакций циклоприсоединения и электроциклических реакций на примере синтеза азотсодержащих соединений. Реакции конденсации в синтезе азотистых гетероциклов.

### **Раздел 2. Насыщенные азотсодержащие гетероциклы.**

Азиридины и азетидины - как потенциальные источники в синтезе энергоемких соединений. Строение, основные способы получения и химические свойства. Особенности синтеза моно- и полициклических нитраминов. Синтез и реакционная способность циклических нитромочевин. Влияние кислотности среды на направление и скорость нитрования.

Современные представления о способах синтеза каркасных, полиэдрических энергоемких соединений.

### **Раздел 3. Азолы.**

Пиррол, пиразол, имидазол, триазолы, тетразол и пентазолы. Строение, химические свойства и основные способы получения. Влияние строения азолов и природы нитрующего агента на ориентацию и кинетику нитрования. Косвенные способы введения нитрогруппы в структуру азолов.

Энергонасыщенные конденсированные азолы. Нитропроизводные бензимидазола и бензотриазола. Перспективные направления в химии тетраазапенталенов. Влияние строения на термическую стабильность.

Химия 1,2,5-оксадиазолов.

Фуразаны и фуроксаны. Строение, химические свойства и способы получения. Синтез энергоемких материалов на основе фуроксанов и фуразанов.

### **Раздел 4. Азины.**

Пиридин, пиразин, пиримидин, пиридазин, триазины и тетразины. Строение, химические свойства и основные способы получения. Влияние строения азинов и природы нитрующего агента на ориентацию и кинетику нитрования. Прямое нитрование и косвенные методы введения нитрогруппы в структуру гетероцикла. Особенности азидо-тетразольной таутомерии в ряду замещенных азинов.

Получение энергоемких материалов на основе симметричного тетразина. Азолотетразины в синтезе энергонасыщенных соединений и биологически-активных веществ.

1,2,3,4-Тетразин-ди-N-оксиды как новый класс энергоемких соединений. Стратегия синтеза, современные представления о механизме циклизации, физические и химические свойства.

### **4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1.8</b>	<b>64</b>	<b>48</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0.67</b>	<b>24</b>	<b>18</b>
Лекции	0.9	32	24
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	0.9	32	24
в том числе в форме практической подготовки	0.78	28	21
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2.2</b>	<b>80</b>	<b>60</b>
Контактная самостоятельная работа	2,2	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		80	60
<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 «Технология смесевых ЭНС» (Б1.О.28.06)**

**1. Цель дисциплины** – ознакомление обучающихся с общими принципами создания и современными требованиями к смесевым энергонасыщенным материалам, используемых в режиме детонации - смесевым взрывчатым веществам, их компонентной базой, составом, технологиями получения, физико-химическими и взрывчатыми свойствами, а также с принципами их использования в военных и мирных целях.

**В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

**ПСК-1.1** (ПСК-1.1.1); **ПСК-1.2** (ПСК-1.2.5, ПСК-1.2.7, ПСК-1.2.8, ПСК-1.2.9); **ПСК-1.3** (ПСК-1.3.1, ПСК-1.3.4, ПСК-1.3.8, ПСК-1.3.9, ПСК-1.3.10, ПСК-1.3.12, ПСК-1.3.13).

*Знать:*

- теоретические основы построения составов энергоемких смесевых материалов;
- принципы подбора компонентов и зависимость важнейших свойств энергоемких смесевых материалов от природы и соотношения компонентов, плотности и структуры заряда, от внешних условий;
- технологии производства, снаряжения и применения, физико-химические и взрывчатые свойства применяемых энергоемких смесевых материалов, пути их совершенствования;
- состав и важнейшие свойства смесевых энергонасыщенных материалов наиболее часто применяемых в промышленных, военных и технических целях;
- системы классификации производимых промышленностью смесевых взрывчатых веществ;

*Уметь:*

- анализировать информацию об энергоемких смесевых материалах, определять их область применения в зависимости от состава, а также предлагать рецептуры составов для определённой области применения;
- прогнозировать пути совершенствования энергоемких смесевых материалов в плане эффективности, экономичности и безопасности по компонентной базе, составу, структуре, технологиям получения, снаряжения, применения;

*Владеть:*

- навыками расчета важнейших взрывчатых характеристик и знанием методов экспериментального определения характеристик смесевых энергонасыщенных материалов, входящих в технические требования на готовую продукцию;
- современной информацией по компонентам, рецептурам, технологиям получения и областям применения смесевых энергонасыщенных материалов в России и за рубежом;
- навыками изучения, обобщения и анализа информации по вопросам, связанным с совершенствованием технологии получения и применения смесевых энергоемких материалов.

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

**Введение.** Краткий обзор возникновения и развития производства смесевых энергонасыщенных материалов в России и за рубежом. Значение использования смесевых энергоёмких материалов в промышленности и военном деле. Примеры хозяйственных и научно-технических задач.

#### **Раздел 1.Общая характеристика смесевых энергонасыщенных материалов**

Краткая характеристика области использования смесевых энергонасыщенных материалов в народном хозяйстве и военном деле. Требования, предъявляемые к смесевым материалам исходя из условий применения. Объём производства.

Системы классификации смесевых энергонасыщенных материалов по взрывчатым свойствам, по составу, по условиям применения. Технические требования к смесевым энергонасыщенным материалам различных классов.

Основы теории детонации смесевых энергонасыщенных материалов. Основы теории детонации газообразных, жидких и твёрдых энергонасыщенных смесевых материалов. Строение детонационного фронта, особенности распространения детонации вблизи пределов. Детонационные режимы с низкой и повышенной скоростью. Влияние физико-механических факторов на скорость и пределы распространения детонации. Теоретический расчёт детонационных характеристик смесевых ВВ: скорости детонации, давления детонации, работоспособности. Методы экспериментального определения эксплуатационных и детонационных характеристик смесей.

Основы теории предохранительных взрывчатых веществ. Тепловые гипотезы о механизме воспламенения метано-воздушной среды взрывом. Развитие теории цепных реакций для объяснения механизма воспламенения метано-воздушной среды взрывом. Принципы построения состава предохранительных взрывчатых веществ. Методы испытания на опасность воспламенения метана и угольной пыли. Причины выгорания взрывчатых веществ при ведении взрывных работ в угольных шахтах, методы оценки склонности к выгоранию и меры предотвращения выгорания.

## **Раздел 2. Основы химической технологии производства смесевых составов**

Характеристика основных компонентов смесевого ВВ и принципы подбора смесевых композиций. Окислители, сравнительная характеристика. Горючее взрывчатое и не взрывчатое (металлы и органические соединения). Сенсibilизаторы детонации. Инертные добавки и их роль в составе. Прочие добавки, характеристика и назначение. Влияние состава взрывчатой композиции на детонационную способность, способность к горению, стабильность взрывчатых характеристик.

Характеристика основных химико-технологических процессов, используемых в производстве смесевых составов: сушка, дробление, смешение, грануляция.

Аппаратурное оформление технологических процессов производства смесевых ВВ. Конструкция и характеристика аппаратов, используемых для сушки компонентов смесевого ВВ, грубого и тонкого измельчения. Смесители непрерывного и периодического действия. Грануляторы, форсунки, классификаторы.

Основные технологические схемы производства взрывчатых смесей.

Технологические потоки производства порошкообразных взрывчатых смесей периодического и непрерывного действия.

Производство взрывчатых смесей, содержащих полимерные и пластифицирующие компоненты.

Производство грубодисперсных и гранулированных ВВ.

## **Раздел 3. Состав, особенности изготовления и свойства основных типов смесевых энергонасыщенных материалов. Смесии на основе аммиачной селитры**

Смесии на основе аммиачной селитры.

Порошкообразные аммониты. Особенности производства. Физико-химические и взрывчатые свойства. Примеры современных составов. Динаммоны.

Гранулированные и грубодисперсные взрывчатые смесии. Граммониты и гранулиты. Состав и взрывчатые свойства. Методы горячего и холодного смешения. Гранулированные ВВ на основе аммиачной селитры, не содержащие взрывчатых компонентов. Взрывчатые свойства, состав и особенности изготовления.

Гексогенсодержащие аммониты. Особенности производства. Взрывчатые свойства. Примеры составов.

Водонаполненные взрывчатые вещества. Особенности изготовления и применения. Эмульсионные взрывчатые вещества. Состав. Физико-химические основы получения. Взрывчатые свойства. Особенности технологии получения.

Смеси на основе жидких нитроэфиров (динамиты и детониты). Особенности производства. Взрывчатые свойства. Примеры составов, перспективы применения и производства. Низкопроцентные нитроглицериновые ВВ. Особенности производства. Физико-химические и взрывчатые свойства, примеры составов.

#### **Раздел 4. Смесевые взрывчатые вещества для различных промышленных, военных и технических целей**

Высокоэнергетические литьевые и прессовые составы. Составы, содержащие жидкие компоненты – жидкие, пастообразные, пластичные, эластичные взрывчатые вещества. Жидкие и твёрдые вспененные взрывчатые вещества. Примеры смесей этого типа, используемых за рубежом и производимых отечественной промышленностью. Взрывчатые свойства, область применения. Пластизольная технология получения смесевых взрывчатых веществ. Термостойкие смесевые взрывчатые вещества. Возможность увеличения энергии взрыва боеприпаса за счёт использования кислорода воздуха. Однотактные и двухтактные объёмно-детонирующие системы – физико-химические основы применения. Термобарические составы.

#### **4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<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	0.9	32	24
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Лаборатория	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1.1</b>	<b>40</b>	<b>30</b>
Контактная самостоятельная работа	1,1	-	-
Реферат		40	30
в том числе в форме практической подготовки	0,56	20	15
<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 «Проектирование и оборудование производств ЭНС и изделий» (Б1.О.28.07)**

**1. Цель дисциплины** – заключается в формировании у студентов знаний основ и особенностей проектирования предприятий по производству энергонасыщенных материалов (ЭМ), специфических требований, учитываемых при создании проекта.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

**УК-2** (УК-2.3, УК-2.6, УК-2.7, УК-2.10); **ПК-4** (ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-4.4, ПК-4.8, ПК-4.11, ПК-4.12); **ПК-5** (ПК-5.1, ПК-5.4, ПК-5.7, ПК-5.10).

*Знать:*

- основные особенности проектирования предприятий по производству энергонасыщенных материалов;
- основные этапы внедрения научных разработок в производство;



- принципы составления технического задания на проектирование опытной или пилотной установки, состав исходных данных для проектирования;
- принципы выбора схемы производства;
- методы составления теплового и материального баланса, расчета массообменных аппаратов для экстракции и процессов сушки;
- основные способы очистки и обезвреживания сточных вод, регенерации кислот и растворителей.

*Уметь:*

- использовать полученные знания для решения конкретных задач при проектировании производства энергоемких материалов;

*Владеть:*

- навыками по подготовке исходных данных для проектирования, составлению материального и теплового баланса, выбору технологической схемы производства ЭМ и выполнению курсового и дипломного проекта.

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

**Введение.** Основные особенности проектирования предприятий по производству энергонасыщенных материалов. Специфические требования, учитываемые при создании проекта (категоричность зданий, необходимость устройства обваловок и иных защитных сооружений, ограничение количества взрывчатых материалов находящихся в здании)

#### **Раздел 1. Путь внедрения научных разработок в производство, основные этапы**

Научный поиск, разработка технологии в лабораторных условиях, патентная проработка, изучение рынка потребителей продукции, источников и стоимости сырья, оборудования и готовой продукции.

Оценка безопасности возможных процессов с точки зрения пожаро- и взрывобезопасности, охраны труда (токсичности исходных, промежуточных, побочных продуктов и готовой продукции), охрана окружающей среды.

Наработка опытной партии ее испытания, подготовка бизнес-плана и исходных данных для проектирования производства, патентование способа получения, технологии и оборудования.

#### **Раздел 2. Техническое задание на проектирование опытной или пилотной установки**

Технологические параметры проектируемого производства, требования к материалам, требования к надежности, необходимые средства автоматизации и контроля параметров. Требования технологической безопасности, охраны природы, ремонтпригодность оборудования, условия эксплуатации.

#### **Раздел 3. Состав исходных данных для проектирования**

Характеристики выполненных НИОКР, обоснование рекомендуемого метода производства в сравнении с известными способами, рекомендации по правилам технологической безопасности, химизм процесса, физико-химические основы, принципиальная технологическая схема производства, рабочие параметры, материальный баланс и расходные коэффициенты, данные для расчета, конструирования и выбора основного оборудования, рекомендации по аналитическому контролю в производстве, мероприятия по технике безопасности и охране окружающей среды.

#### Раздел 4. Курсовое и дипломное проектирование

Тематика проектов. Объем проекта: расчетно-пояснительная записка, технологическая часть, графическая часть (схема технологическая принципиальная, схема автоматизации производства, чертеж одного из аппаратов с входящими в него сборочными единицами и деталями).

Выбор периодической либо непрерывной схем, обоснование с учетом требуемой производительности. Выбор оптимальных технических решений, использование прямоточной и противоточной схем, рециркуляция отработанных реакционных сред, выбор типа реактора (смещения, вытеснения, адиабатические реакторы, реакторы с разделными и совмещенными сепараторами, аппараты для каталитических процессов, и т.д.).

#### Раздел 5. Методы составления материального баланса

Лимитирующие факторы – скорость химической реакции или отвод (подвод) тепла от реактора. Расчет полного объема аппаратов с учетом запаса на случай вспенивания, изменений в рецептуре, временного замедления выхода реакционной массы из аппарата, необходимости аварийного прекращения процесса путем разбавления реакционной массы. Расчет числа и объема емкостей для аварийного слива, времени опорожнения аппарата в случае аварии. Определение суточной и часовой производительности цеха с учетом числа рабочих дней в году и числа смен. Определения числа и объема основных аппаратов. Механический и прочностной расчеты реактора.

Выбор типа перемешивающего устройства для емкостных аппаратов, расчет потребной мощности электродвигателя, механический расчет перемешивающего устройства.

#### Раздел 6. Методы составления теплового баланса

Использование практических данных, расчет теплоты реакции по энтальпиям образования веществ, учет теплоты разбавления серной и азотной кислот, теплота кристаллизации. Выбор типа теплообменного устройства (рубашки, змеевики). Расчет необходимой поверхности теплообмена исходя из теплового потока, гидродинамических условий в объеме реактора и змеевике (рубашке) и коэффициентов теплопередачи.

#### Раздел 7. Защита окружающей среды

Очистка и обезвреживание сточных вод, регенерация кислот и растворителей. Способы удаления и обезвреживания содержащихся в них нитросоединений.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<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>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>1.67</b>	<b>6</b>	<b>4.5</b>
Лекции	0.56	20	15
Практические занятия (ПЗ)	0.33	12	9
в том числе в форме практической подготовки	1.67	6	4.5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2.11</b>	<b>76</b>	<b>57</b>
Контактная самостоятельная работа	2.11	0.4	0.3
Курсовой проект		75.6	56.7
в том числе в форме практической подготовки	2.0	72	54
<b>Экзамен</b>	-	-	-

Контактная работа – промежуточная аттестация	-	-	-
Подготовка к экзамену.		-	-
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой Защита курсового проекта</b>		

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Информационные технологии в химии энергонасыщенных материалов»  
(Б1.О.28.08)**

**1. Цель дисциплины** – познакомить студентов с современными информационными технологиями, применяющимися на различных стадиях научно-исследовательской и инженерной деятельности в области синтеза, строения, технологии, применения энергонасыщенных материалов.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

**ОПК-3** (ОПК-3.7); **ПК-2** (ПК-2.3, ПК-2.4, ПК-2.6, ПК-2.7); **ПК-7** (ПК-7.3, ПК-7.10, ПК-7.11).

*Знать:*

- основные возможности современных информационных технологий для постановки задач, сбора, анализа и обработки экспериментальной и литературной информации в области химии, химической физики и технологии энергоемких материалов;
- области применения, возможности, теоретические основы, ограничения компьютерных программ для расчета параметров взрывчатого превращения энергоемких материалов;

*Уметь:*

- осуществлять поиск информации по физико-химическим, термодинамическим, теплофизическим и взрывчатым свойствам энергоемких соединений в локальных и on-line базах данных, поисковых системах;
- применять программное обеспечение для получения данных с приборов и оборудования, экспериментальных установок, анализа и обработки данных;
- рассчитывать физико-химические, спектральные, взрывчатые свойства энергоемких соединений;

*Владеть:*

- навыками квантовомеханического расчета структуры, реакционной активности С, N, O-нитросоединений, расчета и анализа колебательных спектров, энтальпии образования энергетических материалов с использованием различных методов.
- навыками анализа спектрофотометрической и хроматографической информации с использованием специализированного программного обеспечения;
- методами расчета основных параметров процессов горения и детонации энергоемких соединений.

**3. Краткое содержание дисциплины:**

**Введение**

Задачи курса. Особенности применения компьютеров и информационных технологий на различных стадиях решения научных и инженерных задач. Принципы применения компьютеров для управления научными приборами и экспериментальными установками.

### **Раздел 1. Программные продукты для теоретической и общей химии**

Программы квантовохимического расчета структуры, свойств, реакционной активности С, N, O-нитросоединений с использованием различных методов молекулярного моделирования. Особенности, возможности и ограничения различных методов расчета. Расчет и анализ колебательных спектров. Расчет энтальпии образования энергетических материалов.

Комплекс программ ACD Labs. Обработка ЯМР ( $C^{13}$ ), ПМР, ИК- спектров нитросоединений. Применение в жидкостной и газовой хроматографии.

### **Раздел 2. Программные продукты для расчетов процессов горения и детонации**

Комплекс программ для расчета термодинамических равновесий сложных гетерогенных многокомпонентных систем при повышенных температурах и давлениях.

Программа расчета термодинамических равновесий сложных гетерогенных многокомпонентных систем при повышенных температурах и давлениях – REAL. Теоретические основы, алгоритм расчета, возможности программы, области применения, ограничения. Расчеты состава продуктов горения и их термодинамических параметров для многокомпонентных систем при постоянном давлении или объеме. Расчеты с адиабатическим расширением. Учет влияния кинетических факторов. Расчеты теплоты горения, силы и потенциала пороха, удельного импульса, параметров в камере сгорания ракетного двигателя, в сечении и на срезе сопла.

Программы расчета параметров детонации, ударных адиабат

Программа расчета параметров детонации SD (Shock & Detonation). Теоретический базис, алгоритм расчета, возможности программы, области применения, ограничения, сравнение с зарубежными аналогами.

Расчет параметров стационарной детонации взрывчатых систем. Расчет параметров детонации, как функции плотности и состава смеси. Равновесные и «замороженные» адиабаты расширения продуктов детонации. Расчет равновесных и «замороженных» ударных адиабат (адиабат Гюгонио) продуктов взрыва.

Программа «EXPLOSIVE» для расчета параметров детонации с использованием полуэмпирических методов.

### **Раздел 3. Специализированные научные базы данных в области ЭНМ**

База данных термодинамических, термохимических, термофизических свойств веществ – ASTD. Анализ обратимых химических реакций (влияния на их протекание давления и температуры).

База данных по термодинамическим свойствам энергетических материалов ICT-database. Ее содержание, области применения, поиск необходимой информации.

База данных по свойствам и стационарному горению энергетических материалов – FLAME (PXTU им. Д.И. Менделеева). Содержание базы данных, поиск необходимой информации, возможности анализа.

База данных по чувствительности энергетических материалов к различного рода механическим воздействиям – HAZARD (PXTU им. Д.И. Менделеева). Принципы ее построения и содержание, поиск необходимой информации, примеры применения для оценки безопасности химико-технологических процессов.

Примеры применения on-line баз данных для поиска информации по физико-химическим, термодинамическим, термодинамическим, взрывчатым свойствам энергетических материалов (базы данных NIST, FACT Thermochemical Database, Shock Wave Database и др.).

#### **Раздел 4. Программное обеспечение для управления аналитическим оборудованием, обработки и визуализации данных**

Программы для получения и обработки спектрофотометрической и хроматографической информации Xcalibur, Soft Spectra, Omnic, Мультихром.

Специализированная программа STATISTICA. Возможности программы, используемые методы, примеры применения для обработки и анализа данных.

#### **Раздел 5. Применение информационных ресурсов сети Internet для поиска информации в области ЭНМ**

Поисковые системы ScienceDirect, Scopus, Reaxys и др. Электронная научная библиотека E-Library. Патентные базы данных (на примере Europe's Network of Patents Database).

#### **4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<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>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0.22</b>	<b>8</b>	<b>6</b>
Лекции	0.45	16	12
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	0.45	16	12
в том числе в форме практической подготовки	0.22	8	6
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2.1</b>	<b>76</b>	<b>57</b>
Контактная самостоятельная работа	2.1	0.4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		75.6	56,7
в том числе в форме практической подготовки	1	36	27
<b>Экзамен</b>	-	-	-
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

#### **5.2 Дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений**

##### **Аннотация рабочей программы дисциплины Техническая термодинамика и теплотехника (Б1.В.01)**

**1. Цель дисциплины** – сформировать у обучающихся уровень профессиональной компетентности, позволяющий будущим инженерам-технологам с уверенностью применять фундаментальные основы технической термодинамики и грамотно выбирать рациональный режим эксплуатации оборудования химических производств при решении определённой технической задачи.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**  
Обладать следующими профессиональными компетенциями и индикаторами их достижения:  
**ПК-4** – ПК-4.11, ПК-4.15.  
**ПК-5** – ПК-5.5, ПК-5.8, ПК-5.9.

*Знать:*

– научную теоретическую базу теплотехники, основные постулаты и фундаментальные законы прикладной термодинамики.

*Уметь:*

– проводить качественный углублённый анализ режима работы теплотехнического оборудования на предмет наиболее эффективного энергопотребления;

– оценить величину энергозатрат конкретного инженерного оборудования, исходя из теоретической модели, на предмет достоверности и возможности практической реализации.

*Владеть:*

– комплексной методикой оценки степени совершенства энерго-химико-технологической системы с точки зрения энерготехнологии, экологии и экономики.

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

**Раздел 1. Введение. Основные постулаты и фундаментальные законы равновесной термодинамики. Выбор эталонных процессов преобразования энергии и вещества**

Термодинамические параметры, функции и функционалы равновесной макросистемы. Условие химического равновесия многофазной и многокомпонентной системы. Объединенное выражение I и II начал классической равновесной термодинамики в дифференциальном и интегральном виде, особенности реализации в замкнутых процессах преобразования энергии и вещества. Расчет и анализ основных равновесных процессов сжатия газов в компрессоре. Расчет минимальных затрат энергии в процессах разделения, охлаждения и ожижения газов. Политропный процесс, как обобщающий процесс сжатия (расширения) газов, паров и парогазовых смесей.

**Раздел 2. Аналитический аппарат неравновесных процессов преобразования энергии и вещества. Количественная оценка диссипативной функции как меры необратимости процесса, протекающего с конечной скоростью. Эксергетический метод анализа степени совершенства энерго-химико-технологической системы**

Теория локального равновесия описания необратимых процессов. Система дифференциальных балансовых уравнений массы, энергии, энтропии и кинетических соотношений для открытой макросистемы. Аналитическое и численное решение этих уравнений для определения величины локальной и интегральной диссипации энергии при течении вязких сред, термодиффузионных процессов в многокомпонентных системах. Эксергия стационарного потока вещества.

**Раздел 3. Термодинамический расчет и анализ неравновесных процессов сжатия (расширения) газов, паров и паро-газовых систем. Эксергетический метод оценки степени совершенства процесса: определение величины эксергетического КПД режима работы установки и поиск путей его повышения за счет внутренних энергоресурсов**

Расчет фактических затрат энергии в процессах компремирования газов (паров) на основе интегральных балансовых уравнений массы, полной энергии, энтропии, кинетической и потенциальной энергии, эксергии. Количественная оценка величины диссипации в охлаждаемой и неохлаждаемой ступени компрессорной установки. Энергоэкономическое обоснование целесообразности многоступенчатого режима работы компрессора. Сравнительный анализ способов охлаждения газов (паров) в детандерных установках и дроссельных устройствах. Расчет величины изотермического эффекта дросселирования Джоуля-Томпсона на примере модели неидеального газа.

**Раздел 4. Термодинамические основы энергоресурсосбережения в химической технологии. Энергосберегающие системы в химических производствах превращения энергии и вещества. Анализ сопряженной системы, утилизирующей низкпотенциальные тепловые ресурсы, на примере холодильных машин и тепловых насосов**

Методы оценки энергоресурсов на основе понятия эксергии. Синтез технологий и энергетических систем как основной принцип энергосбережения (на примере производства аммиака и слабой азотной кислоты). Основные промышленные схемы получения холода и трансформации тепла. Сравнительный технико-экономический анализ парокомпрессионных (ПКХМ) и теплоиспользующих холодильных машин.

**4. Объем учебной дисциплины.**

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<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>
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	12
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,66</b>	<b>59,6</b>	<b>44,7</b>
Контактная самостоятельная работа	1,66	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,6	44,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Проектирование процессов и аппаратов химической технологии»  
(Б1.В.03)**

**1. Цель дисциплины** - существенно расширить, систематизировать и использовать на практике знания основ гидравлических, тепловых и массообменных процессов химической технологии, позволяющих выпускникам осуществлять научно- исследовательскую, производственно-технологическую и экспертную деятельность.

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

Обладать следующими универсальными компетенциями и индикаторами их достижения:

**УК-2** - УК-2.3; УК-2.7; УК-2.10.

Обладать следующими профессиональными компетенциями и индикаторами их достижения:

**ПК-4** - ПК-4.5; ПК-4.12.

**ПК-5** - ПК-5.3; ПК-5.6; ПК-5.9.

*Знать:*

- методы расчета тепло- и массообменных аппаратов;
- основные принципы организации процессов химической технологии;

– типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета;

– методы составления технологических схем с нанесением всех аппаратов.

*Уметь:*

– составлять материальные и тепловые балансы для систем газ-жидкость;

– рассчитывать параметры тепло- и массообменного оборудования и насосов;

– подбирать стандартное оборудование, используемое в химической промышленности.

*Владеть*

– методологией расчета основных параметров гидромеханических, тепловых и массообменных процессов;

– основами правильного подбора тепло и массообменного оборудования;

– методами составления технологических схем и графического изображения основного оборудования.

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

**Введение.** Физико-химические основы и особенности условий проведения процесса разделения жидких гомогенных смесей ректификацией. Описание принципиальной схемы ректификационной установки непрерывного действия. Сравнение и области применения насадочных и тарельчатых колонн. Построение равновесной линии на основе полученных индивидуальных заданий.

#### **Раздел 1. Расчёт ректификационной колонны.**

##### **1.1. Расчёт насадочной ректификационной колонны непрерывного действия (для трех размеров насадки).**

Материальный баланс колонны. Расчёт минимального и рабочего флегмового числа. Построение рабочих линий. Расчёт скорости паров и диаметра колонны. Определение высоты насадки по модифицированному уравнению массообмена. Определение общего числа и высоты единиц переноса. Расчёт гидравлического сопротивления насадки.

##### **1.2. Расчёт тарельчатой ректификационной колонны непрерывного действия.**

Предварительный выбор тарелок. Материальный баланс колонны. Расчёт минимального и рабочего флегмового числа. Расчет скорости паров и диаметра колонны. Построение рабочих линий. Определение высоты светлого слоя жидкости на тарелке и паросодержания барботажного слоя. Расчёт коэффициентов массообмена, общего числа единиц переноса, эффективности по Мэрфри. Расчёт высоты колонны на основе КПД по Мэрфри с построением кинетической линии. Расчёт гидравлического сопротивления колонны.

##### **1.3. Сравнение данных расчета насадочной и тарельчатой колонн. Сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчётов. Выбор колонны.**

#### **Раздел 2. Расчёт и выбор теплообменников.**

Расчёт и выбор теплообменников по общей схеме: -расчет тепловой нагрузки; - определение теплового режима и средней движущей силы; - приближенная оценка коэффициентов теплоотдачи, коэффициента теплопередачи, поверхности  $F_{op}$ ; - выбор типа и нормализованного варианта конструкции; -определение параметров конструкции (например, для кожухотрубного теплообменника: числа труб и числа ходов, диаметра труб, диаметра кожуха, поверхности теплообменника  $F_{норм}$  и др.); - сопоставление ориентировочной  $F_{op}$  и



$F_{\text{норм}}$ ; - сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчетов; -гидравлический расчет; - выбор оптимального варианта теплообменника.

**2.1.** Расчёт кожухотрубчатого испарителя.

**2.2.** Расчёт конденсатора (кожухотрубчатого или пластинчатого).

**2.3.** Расчёт подогревателя (кожухотрубчатого или пластинчатого).

**2.4.** Расчёт холодильников дистиллята и кубового остатка (кожухотрубчатых или пластинчатых).

### **Раздел 3. Гидродинамические расчёты.**

**3.1** Расчёт гидравлического сопротивления трубопроводов

**3.2.** Расчёт оптимальных диаметров трубопроводов

**3.3.** Расчёт и подбор насосов

### **Раздел 4. Графическое оформление.**

Технологическая схема. Ректификационная колонна определенного типа с изображением деталей контактных элементов, рассчитанных в разделе 1.

## **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>0,44</b>	<b>16</b>	<b>12</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	12
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,56</b>	<b>56</b>	<b>42</b>
Контактная самостоятельная работа	1,56	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		55,6	41,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Курсовой проект</b>		

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Теория, свойства и применение ЭНС и изделий» (Б1.В.04)**

**1. Цель дисциплины** – изучение теории процесса передачи энергии взрыва в окружающую среду, а также практических аспектов применения взрыва, на базе элементов физики твёрдого тела, газодинамики и теории подобия.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-7 (ПК-7.4, ПК-7.5, ПК-7.7, ПК-7.10, ПК-7.11); ПСК-1.2 (ПСК-1.2.3, ПСК-1.2.8).

*Знать:*

– физические основы взрыва в средах с различными физико-механическими характеристиками;

– методы оценки эффективности энергоёмких материалов по их физико-химическим свойствам и выбора оптимальной области использования для них;

- методы использования энергоёмких материалов в военном деле, промышленности, науке;
- характеристики основных устройств и изделий, использующих энергию взрыва;
- требования к энергоёмким материалам, вытекающие из условий их применения;

*Уметь:*

- прогнозировать взрывчатые свойства энергонасыщенных материалов на основе их физико-химических характеристик;
- решать прямые и обратные задачи взрыва энергонасыщенных материалов в различных средах;

*Владеть:*

- навыками и методиками расчета для различных условий практического применения энергонасыщенных материалов;
- навыками изучения и обобщения информации в области разработки, исследования и применения энергонасыщенных материалов.

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

#### **Введение**

Краткая характеристика области использования ВВ, задачи, решаемые с использованием энергии взрыва, массовые взрывы в промышленности, приоритет отечественных ученых в области совершенствования техники и технологии ведения взрывных работ. Рост производства ВВ в развитых странах, перспективы развития применения ВВ в промышленности.

#### **Раздел 1. Элементы физики взрыва**

Элементы физики взрыва. Явление взрыва. Уравнения состояния продуктов взрыва. Методы экспериментального определения уравнения состояния продуктов взрыва. Взаимодействие продуктов взрыва с различными средами. Расчет зоны расширения продуктов взрыва в воздухе, воде и более плотных средах. Гидродинамическая теория волн сжатия и волн разгрузки. Ударная волна. Понятие о центрированной волне разгрузки. Вычисление начальных параметров ударных волн при взрыве в средах с различными физико-механическими характеристиками (вакуум, воздух, вода, горная порода, металл, абсолютно недеформируемое тело). Понятие об ударной адиабате вещества, запись ударной адиабаты в обобщенной форме. Экспериментальные методы изучения сжимаемости конденсированных веществ в области высоких и сверхвысоких давлений. Теоретическое и практическое значение этих результатов.

#### **Раздел 2. Работа взрыва**

Баланс энергии при взрыве. Понятие о бризантном и фугасном действии взрыва. Экспериментальные методы оценки работы взрыва. Импульс контактного взрыва и его связь с разрушающим действием взрыва. Понятие об активной части заряда и методы ее вычисления. Метательное действие взрыва. Явление откола и его роль в разрушающем действии взрыва. Кумулятивное действие взрыва. Гидродинамическая теория формирования кумулятивной струи и ее бронепробивного действия. Влияние формы кумулятивной поверхности и параметров детонации ВВ на бронепробивное действие кумулятивного заряда.

Закономерности формирования и распространения ударных волн в деформируемых средах. Экспериментальные методы определения параметров ударных волн при взрыве в различных средах. Вывод основных соотношений, определяющих удельный расход ВВ, расчет зон разрушения и безопасных расстояний при взрыве с использованием элементов теории подобия. Взрывы в грунте, в воде, в воздухе.

### **Раздел 3. Применение взрывчатых веществ в горнодобывающей промышленности**

Влияние физико-механических свойств горных пород на удельный расход ВВ. Системы горных выработок на открытой поверхности и под землей. Методы ведения взрывных работ в горной промышленности. Метод накладных зарядов, шпуровых зарядов, Короткозамедленное взрывание. Особенности взрывных работ в шахтах опасных по газу и пыли. Выгорание и меры борьбы с ним. Метод скважинных зарядов. Метод котловых и камерных зарядов. Взрывы на сброс и выброс. Современные требования горнодобывающей промышленности к совершенствованию состава взрывчатых веществ, изготовление ВВ на месте применения.

### **Раздел 4. Применение взрывчатых веществ в металлургии, военных и научных целях**

Взрывные работы в нефтедобывающей промышленности. Торпедирование скважин, перфорация скважин. Взрывное бурение скважин. Ликвидация аварий. Взрывные работы в строительстве. Посадка насыпей, корчевка пней, валка леса. Разрушение старых построек, создание водоемов. Использование ВВ для обработки металла взрывом. Взрывная штамповка, сварка, резка, взрывное упрочнение. Технология и ВВ, применяемые для этих видов работ. Использование ВВ для снаряжения боеприпасов, основные виды зарядов и типы применяемых ВВ. Применение энергоемких соединений для тонкого неорганического синтеза. Технология детонационного синтеза сверхтвердых материалов (нитрида бора и ультрадисперсного алмаза), создание сверхвысоких давлений для научных целей.

#### **4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<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	0.88	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0.45	16	12
в том числе в форме практической подготовки	0,22	8	6
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1.67</b>	<b>60</b>	<b>45</b>
Контактная самостоятельная работа	1,67	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		60	45
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>
Подготовка к экзамену.		<b>35,6</b>	<b>26,7</b>
<b>Вид контроля:</b>	<b>экзамен</b>		

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Исходные продукты для ЭНС» (Б1.В.05)

**1. Цель дисциплины** – ознакомление обучающихся с химической технологией производства исходных соединений используемых при получении энергонасыщенных материалов (ЭМ). С основными принципами выбора сырьевой базы, ее влиянием на экономическую эффективность, технологическую и экологическую безопасность.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

**ПСК-1.1** (ПСК-1.1.1); ПСК-1.3 (ПСК-1.3.5, ПСК-1.3.11, ПСК-1.3.12, ПСК-1.3.13).

*Знать:*

- основные принципы выбора сырьевой базы производства ЭМ;
- теоретические основы процессов получения исходных продуктов для производства ЭМ;

*Уметь:*

- прогнозировать перспективные пути развития технологии процессов получения исходных продуктов для производства ЭМ;

*Владеть:*

- современной информацией по методам производства исходных продуктов для производства ЭМ в России и за рубежом;
- навыками изучения и обобщения информации в области химической технологии.

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

**Введение.** Общие подходы к выбору сырья для производства ЭМ. Факторы, определяющие целесообразность создания новых и модернизации существующих производств. Выбор и синтез новых соединений, изучение их физических, химических и специальных свойств, определение области использования. Параметры, определяющие эффективность технологии: наличие широкой сырьевой базы, экономическая эффективность, технологическая и экологическая безопасность.

**Раздел 1.** Получение ароматических соединений из нефти и каменного угля. Влияние технологии на качество получаемых углеводородов. Первичная и вторичная переработка нефти, процессы крекинга, пиролиза, риформинга, каталитические системы. Термодинамические и кинетические факторы и их влияние на состав продуктов. Выделение ароматических углеводородов, очистка от сернистых и азотистых соединений.

**Раздел 2.** Использование замещенных ароматических углеводородов в производстве энергонасыщенных материалов.

Получение фенола, резорцина, флуороглюцина, бензиламина, хлорбензола. Галлюцинирующие и сульфлирующие агенты.

**Раздел 3.** Сырье для получения нитроэфиров.

Непредельные углеводороды, эпоксиды, полиспирты: методы синтеза, технология, требования к качеству.

**Раздел 4.** Сырьевая база производства нитраминов.

Уксусная кислота, уксусный ангидрид, альдегиды, уротропин, глиоксаль. Методы получения, технология, требования к качеству исходных продуктов.

**Раздел 5.** Сырьевая база получения новых и перспективных ЭМ.

Триазолон, производные гексаазаизовюрцитана, 2-метилпиримидиндион.

### **4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Объем дисциплины
--------------------	------------------

	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
<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
в том числе в форме практической подготовки	1,1	4	3
<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>Виды контроля:</b>			
<b>Зачет</b>	+	+	
<b>Экзамен</b>	-	-	
Контактная работа – промежуточная аттестация	-	-	
Подготовка к экзамену.		-	
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>		

#### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Основы технологий ЭНМ и изделий» (Б1.В.06)**

Дисциплина «Основы технологий ЭНМ и изделий» состоит из двух частей. Первая часть читается в пятом семестре и является первой профилирующей дисциплиной по специализации. Ее назначение – ознакомить обучающихся с первичными, самыми общими представлениями об энергонасыщенных материалах, их классификации, технологиях получения, основных режимах взрывчатого превращения, областях применения. В дальнейшем полученные студентами в ходе изучения данной дисциплины общие представления получают углубленное развитие в курсах «Химия энергонасыщенных соединений», «Теория, свойства и применение ЭНС и изделий», «Химическая технология бризантных ЭНС», «Химическая физика ЭНМ», «Технология смесевых ЭНМ» и во второй части данной дисциплины.

Вторая часть читается в девятом семестре. Ее назначение – ознакомить обучающихся с технологиями создания и применения ЭНМ, используемых в режиме горения.

#### **ЧАСТЬ 1 (семестр 5)**

**1. Цель дисциплины** – ознакомление студентов с основами процессов горения и взрыва, основными вопросами в химии и технологии применения энергонасыщенных материалов (ЭНМ) – индивидуальных и смесевых взрывчатых веществ (ВВ), жидких и твердых ракетных топлив (ЖРТ и ТРТ) и порохов ствольных систем, пиротехнических составов (ПС), комплексом требований, предъявляемых к ЭНМ.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

**ПК-3** (ПК-3.4); **ПСК-1.3** (ПСК-1.3.1, ПСК-1.3.8, ПСК-1.3.10, ПСК-1.3.13).

*знать:*

– критерии взрывчатости химических соединений и смесей, современную классификацию ЭНМ, основные формы их химического превращения;

- принципы создания индивидуальных и смесевых ЭНМ;
- основные направления использования ЭНМ в режимах горения и детонации;
- методы исследования физико-химических и взрывчатых свойств ЭНМ;
- этапы исторического развития, современное состояние и направления перспективами совершенствования ЭНМ;

*уметь:*

- анализировать информацию об ЭНМ, определять его по составу характерные режимы превращения и область применения;
- прогнозировать пути совершенствования ЭНМ в плане эффективности, экономичности, безопасности и экологии производства и применения ЭНМ;

*- владеть:*

- навыками расчета важнейших взрывчатых характеристик и знанием методов экспериментального определения характеристик составов;
- современной информацией по компонентам, рецептурам, технологиям получения и областям применения смесевых энергонасыщенных материалов в России и за рубежом;
- навыками изучения, обобщения и анализа информации по вопросам, связанным с совершенствованием технологии получения и применения смесевых энергоёмких материалов.

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

#### **Раздел 1. Основные формы химического превращения ЭНМ**

Понятие о энергонасыщенных материалах (ЭНМ). Понятие об основных формах химического превращения ЭМ: медленном термическом разложении, горении, детонации. Параметры процессов горения и детонации: скорость распространения, критический диаметр, величины давлений в волне, теплота процесса, их зависимость от различных факторов. Переход горения в детонацию.

#### **Раздел 2. Классификация ЭНМ, общие сведения**

Исторический путь развития ЭНМ. Принципы конструирования ВВ и энергоёмких компонентов порохов и ТРТ. Классификация ЭМ по применению: бризантные и инициирующие взрывчатые вещества (ВВ), пороха, жидкие и твёрдые ракетные топлива (ЖРТ и ТРТ), пиротехнические составы (ПС). Требования, предъявляемые к ВВ, порохам, ТРТ и ПС, их характеристики, области применения.

#### **Раздел 3. Получение индивидуальных ЭНМ**

Основные химические процессы получения индивидуальных ВВ. Способы организации процессов в промышленности. Проведение основных реакций получения, выделение продукта, очистка от примесей, выпуск готовых форм. Пример блок-схемы производства ВВ. Способы получения изделий из ВВ. Пути обеспечения безопасности процессов. Экологические и экономические аспекты.

#### **Раздел 4. Получение смесевых ЭНМ**

Необходимость и принципы создания смесевых ЭНМ. Компонентная база смесевых ВВ. Типы смесевых ВВ, их характеристики, области применения. Принципы компоновки и компонентная база порохов, ТРТ и ПС. Функции полимерных компонентов в ЭМ, понятие о пластифицированных и наполненных полимерных материалах. Активные и инертные

горючие связующие. Способы переработки смесевых ЭНМ. Вопросы безопасности и экологии технологического цикла энергетических материалов.

#### **Раздел 5. Системы и устройства, использующие ЭНМ**

Классификация оружия, использующего ЭНМ. Виды артиллерийских и ракетных систем. Принципы действия, особенности. Основные процессы, происходящие в ракетном двигателе, при артиллерийском и выстреле и в газогенераторах. Классификация реактивных двигателей. Классификация ракетных топлив, порохов, ЖРТ и ТРТ.

#### **Раздел 6. Применение ЭНМ в режиме детонации**

Применение ВВ в гражданских и военных целях. Виды боеприпасов и других изделий, содержащих ВВ, их конструктивные особенности. Бризантное и фугасное действие взрыва. Понятие о кумулятивном эффекте. Масштабы применения ВВ в военном деле и в гражданских целях.

#### **Раздел 7. Применение ЭНМ в режиме горения**

Разнообразие задач, решаемых с помощью энергетических материалов, используемых в режиме горения. Горение ВВ, порохов и пиротехнических составов (ПС). Энергетические и баллистические характеристики порохов и ТРТ. Геометрические формы и размеры пороховых зарядов.

Классификация и масштабы применения ПС. Компоненты ПС: окислители, горючее, цементаторы, добавки специального назначения. Эффекты, достигаемые с помощью ПС. Особенности горения ПС. Требования, предъявляемые к ПС.

#### **Раздел 8. Методы исследования свойств ЭНМ**

Расчетные и экспериментальные методы определения параметров термического распада, горения и детонации. Теплота, температура и состав продуктов горения. Расчетные и экспериментальные методы их определения.

Понятие о физической и химической стойкости ЭНМ, совместимости компонентов смесевых ЭНМ, гарантийные сроки хранения. Понятие о чувствительности ЭНМ к различным воздействиям: тепловым, механическим, (удар, трение) и др., методы их определения. Методы термического анализа.

#### **Раздел 9. Перспективы развития ЭНМ**

Современные требования к ЭНМ. Перспективные индивидуальные соединения и компоненты смесевых ЭНМ. Перспективы развития технологии получения индивидуальных и смесевых ЭНМ. Понятие об утилизации энергетических материалов. Конверсия производства ЭНМ, двойные технологии.

### **ЧАСТЬ 2 (семестр 9)**

**1. Цель дисциплины** – ознакомление обучающихся с общими принципами создания и современными требованиями к энергонасыщенным материалам, используемых в режиме горения – жидких и твердых ракетных топлив (ЖРТ и ТРТ), порохов ствольных систем, газогенерирующих топлив, топлив специального назначения, а также пиротехнических составов (ПС), с их компонентной базой, составом, технологиями получения, основными характеристиками и методами их регулирования, а также с областями их использования в военных и мирных целях.

**В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

**ПК-3 (ПК-3.4); ПСК-1.3 (ПСК-1.3.1, ПСК-1.3.8, ПСК-1.3.10, ПСК-1.3.13).**

*Знать:*

- классификацию, требования, правила компоновки ЭНМ, используемых в режиме горения
- теоретические основы работы и основные принципы устройства жидкостных и твердотопливных ракетных двигателей, ствольных систем, газогенераторов, МГД-генераторов;
- требования к компонентам ЭНМ, используемых в режиме горения, их классификацию, свойства применяемых и перспективных компонентов, методы их получения
- основные характеристики ЭНМ, используемых в режиме горения и пути их регулирования;
- взаимосвязь характеристик ЭНМ используемых в режиме горения, и снаряжаемых ими устройств с областью их применения;

*Уметь:*

- анализировать информацию об ЭНМ используемых в режиме горения, определять его по составу характерные режимы превращения и область применения;
- прогнозировать пути совершенствования ЭНМ, используемых в режиме горения в плане эффективности, экономичности, безопасности и экологии производства и применения;

*Владеть:*

- современной информацией по компонентам, рецептурам, технологиям получения и областям применения и характеристикам ЭНМ, используемых в режиме горения в России и за рубежом;
- навыками изучения, обобщения и анализа информации по вопросам, связанным с совершенствованием технологии получения и применения ЭНМ, используемых в режиме горения, прогнозированием перспектив применения новых компонентов, рецептур и технологий.

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

#### **Раздел 1. Введение**

Цели, задачи и основные разделы курса. Значение курса для подготовки специалистов в области химии, технологии и применения энергетических материалов. Связь курса с общетеоретическими и специальными дисциплинами.

Классификация энергетических материалов, используемых в режиме горения. Типы реактивных двигателей и топлив, области их применения. Современное состояние ракетной техники в России и за рубежом.

#### **Раздел 2. Требования к ракетным топливам. Энергетические характеристики**

Требования к ракетным топливам. Удельный импульс как основная энергетическая характеристика ракетных топлив – физический смысл, зависимость от различных факторов, его потери, пути их снижения. Связь характеристик топлива и ракеты через величину удельного импульса.

#### **Раздел 3. ЖРД и ЖРТ**

Основные исторические этапы создания ЖРД. Принципы устройства ЖРД, классификация ЖРТ. Окислители и горючие ЖРД. Выбор среди соединений различных классов. Применяемые окислители и горючие ЖРД: свойства, способы получения, достоинства, недостатки. Энергетические характеристики ЖРТ. Самовоспламеняющиеся



топлива, гибридные топлива. Однокомпонентные топлива, жидкие пороха. Зависимость областей применения ЖРТ от их свойств.

#### **Раздел 4. Высокомолекулярные соединения**

Классификация полимеров по химическому строению. Молекулярно-массовое и молекулярно-числовое распределение. Конфигурация макромолекул. Надмолекулярная структура полимеров.

Получение полимеров. Радикальная полимеризация. Ионная и ионно-координационная полимеризация. Поликонденсация. Сходства и различия полимеризации и поликонденсации. Методы организации процессов. Внутримолекулярные перегруппировки и полимераналогичные превращения. Сшивание и отверждение полимеров. Химическая и физическая деструкция, стабилизация полимеров.

Физические и фазовые состояния полимеров, термомеханическая кривая. Релаксационные процессы в полимерах, гистерезис. Истинные и коллоидные растворы полимеров. Пластификация и наполнение полимеров. Технология полимерных материалов.

#### **Раздел 5. Компонентная база ТРТ**

Сравнение жидких и твердых ракетных топлив. Области применения ракет с ЖРД и РДГТ. Основные исторические этапы развития РТ и РД.

Классификация ТРТ по составу. Основные типы компонентов метательных ВВ, требования к ним. Окислители ТРТ. Требования, выбор среди органических и неорганических соединений. Перхлораты аммония (ПХА) и калия – получение, свойства, марки выпускаемого ПХА. Перспективные окислители ТРТ – нитрат аммония, динитрамидат аммония (АДНА), нитроформат гидразина. Получение, свойства, достоинства, недостатки. Металлические горючие – физико-химические основы применения. Выбор, достоинства и недостатки различных металлических горючих. Применяемые металлические горючие – получение, марки, активность, стабилизация. Гидриды металлов как горючие ТРТ. Требования, выбор, получение, свойства. Достоинства и недостатки топлив с гидридами. Энергетические наполнители ТРТ. Требования, выбор, свойства применяемых и перспективных энергетических наполнителей.

Горючие связующие вещества (ГСВ) – требования, классификация по структуре и по составу, типу растворов полимера в пластификаторе. Химические и физические методы структурирования ТРТ – достоинства и недостатки. Полимерная основа ГСВ – классификация, достоинства, недостатки, области применения. Пластификаторы ГСВ – физико-химические основы применения, классификация, области применения.

Технология получения нитроцеллюлозы. Свойства нитроцеллюлозы и области ее применения. Технология изготовления и компонентная база пироксилиновых, кордитных, баллиститных, сферических, вязких и пластизольных нитроцеллюлозных порохов. Зависимость области применения нитроцеллюлозных порохов от состава и технологии изготовления.

#### **Раздел 6. Характеристики ТРТ**

Требования к ТРТ, основные характеристики ТРТ. Энергетические (энергомассовые) характеристики ТРТ, их зависимость от состава топлива. Области применения ТРТ в зависимости от их энергомассовых характеристик.

Устройство и функционирование РДГТ, необходимость учета баллистических характеристик ТРТ, их взаимосвязь с характеристиками заряда, двигателя и ракеты. Пути регулирования баллистических характеристик ТРТ. Влияние соотношения и дисперсности

компонентов на баллистические характеристики ТРТ. Физические методы регулирования баллистических характеристик ТРТ. Регулирование баллистических характеристик ТРТ с помощью добавок химических веществ. Управление работой РДТТ на ее различных стадиях.

Механические характеристики ТРТ, их взаимосвязь с характеристиками заряда, двигателя и ракеты. Заряды ТРТ: способы расположения в двигателе в зависимости от механических свойств и состава ТРТ. Основные конструктивные формы, технология изготовления зарядов ТРТ.

Взрывчатые характеристики ТРТ как характеристики их безопасности.

### **Раздел 7. Области применения порохов и ТРТ, специальные виды порохов**

Отличия по требованиям и составу порохов, используемых в артиллерийских, стрелковых системах и ракетных двигателях. Регулирование энергетических и баллистических характеристик порохов, используемых в артиллерийских, стрелковых системах.

Другие устройства, использующие энергию порохов: пороховые аккумуляторы давления, МГД-генераторы, лазеры. Области применения, требования к топливам. Специальные виды порохов: низкотемпературные и беспламенные пороха, плазменные и лазерные пороха, термостойкие пороха.

### **Раздел 8. Пиротехнические составы**

Основные сведения о ПС. Сходства и различия по требованиям и составу ПС и твердых топлив. Современная классификация ПС по цели применения. Возможность использования одного ПС для различных целей на примере дымного пороха и железоалюминиего термита.

Компонентная база ПС, ее сходства и различия с компонентной базой твердых топлив. Окислители ПС. Горючие и горючие связующие ПС.

Физико-химические основы применения, требования, компоненты, состав, области применения отдельных групп и видов ПС.

Составы для получения светового излучения. Осветительные и фотоосветительные составы. Сигнальные составы. Трассирующие составы. Фейерверочные составы.

Составы для инициирования, передачи и использования теплового и огневого импульса. Пирофорные и зажигательные составы. Воспламенительные, замедлительные и нагревательные составы.

Составы для получения аэрозолей. Маскирующие и сигнальные аэрозольные составы. Специальные аэрозольные составы. Составы и установки для пожаротушения. Защита от заморозков, распыление ядохимикатов и ОВ. Активное воздействие на облака и туманы, исследование атмосферы с помощью искусственных светящихся облаков.

Звуковые и имитационные составы и изделия.

Составы для получения химических продуктов. Получение индивидуальных веществ в газообразном состоянии. Получение твердых веществ методами металлотермии и самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.

Дымный порох, как универсальный ПС – состав, характеристики, области применения, технология получения.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	Всего		5 семестр		9 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>7</b>	<b>252</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2.22</b>	<b>80</b>	<b>0.89</b>	<b>32</b>	<b>1.33</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	1.78	64	0.89	32	0.89	32
Практические занятия (ПЗ)	0.44	16	-	-	0.44	16
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>3.78</b>	<b>136</b>	<b>2.11</b>	<b>76</b>	<b>1.67</b>	<b>60</b>
в том числе в форме практической подготовки	1	36	0,5	18	0,5	18
Контактная самостоятельная работа	3,78	0,2	2,11	0,2	1,7	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		135,8		75,8		60
<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 контроля:</b>			<b>Зачет</b>		<b>Экзамен</b>	

Виды учебной работы	Всего		5 семестр		9 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>7</b>	<b>189</b>	<b>3</b>	<b>81</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2.22</b>	<b>60</b>	<b>0.89</b>	<b>24</b>	<b>1.33</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	1.78	48	0.89	24	0.89	24
Практические занятия (ПЗ)	0.44	12	-	-	0.44	12
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>3.78</b>	<b>102</b>	<b>2.11</b>	<b>57</b>	<b>1.67</b>	<b>45</b>
в том числе в форме практической подготовки	1	27	0,5	13,5	0,5	13,5
Контактная самостоятельная работа	3,78	0,15	2,11	0,15	1,7	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		101,85		56,85		45
<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 контроля:</b>			<b>Зачет</b>		<b>Экзамен</b>	

**Аннотация рабочей программы дисциплины**  
**«Основы технологической безопасности производства энергонасыщенных материалов и изделий»**  
**(Б1.В.07)**

**1. Цель дисциплины** – ознакомление обучающихся с общими принципами технологической безопасности при производстве энергонасыщенных материалов и смежных областей химического производства.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

**ПК-6** (ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-6.4, ПК-6.5, ПК-6.6, ПК-6.7).

*Знать:*

- методики и алгоритмы оценки пожара и взрывоопасности производства;
- основные организационные и технические моменты обеспечения технологической безопасности производства энергосодержащих материалов;
- методики оценки опасности продуктов и грузов;

*Уметь:*

- определять категоричность опасности производственного процесса, класс опасности основных и промежуточных продуктов;
- оценивать энергетический эквивалент аварии по масштабам разрушений;

*Владеть:*

- методами вычисления энергетического эквивалента аварии; методами оценки вероятности поражения.
- алгоритмом расчета возможных разрушений и зон поражения различными поражающими факторами при авариях и взрывах;
- методами оценки вероятности поражения.

**3. Краткое содержание дисциплины:**

**Введение.** Краткая характеристика производства энергонасыщенных материалов с выделением его особенностей и возможных аварий. Основные аварии, характерные для данной области промышленности, с акцентом на взрывы и их последствия, материальный ущерб и жертвы. Значение технологической безопасности для предотвращения масштабных аварий.

**Раздел 1. Классификация взрывных процессов при авариях**

Производство энергонасыщенных материалов как часть химического производства с выделением его особенностей в плане количества и масштаба возможных аварий. Основные аварии, характерные для данной области промышленности, с акцентом на взрывы и их последствия, материальный ущерб и жертвы. Классификация взрывных процессов при авариях по источнику энергии и по причине их возникновения. Типичные ситуации, приводящие к горению и взрыву, роль человеческого фактора. Причины возникновения и развития аварий: развитие экзотермической реакции, внешнее тепловое, механическое, электрическое или иное энергетическое воздействие. Развитие процесса: воспламенение, горение, дефлаграция, детонация. Пожароопасность и взрывоопасность газоздушных смесей и аэрозолей, их характеристики и методы определения. Дефлаграция и детонация газовых, аэрозольных и конденсированных систем. Взрывы основных, промежуточных и побочных продуктов в химическом и ином производстве. Взрывы в зданиях и аппаратах, вне зданий. Взрывы сосудов для горючих и негорючих газов под давлением, взрывы емкостей со сжиженным газом, перегретой жидкостью, паровые взрывы.

**Раздел 2. Методы оценки последствий взрывов**

Ударная волна, тротильный эквивалент, энергетический закон подобия, зоны разрушения. Механическое и осколочное действие взрыва и ударной волны, первичные и

вторичные осколки. Тепловое излучение от пожаров и взрывов, огненный шар, критерии воспламенения тепловым излучением.

Поражения людей при взрыве: первичные, вторичные, третичные поражения, баротравмы, ожоги, осколочные поражения, отравление продуктами горения и взрыва и возможными токсическими выбросами. Расчет поражающих факторов, зон поражения, степени и вероятности поражения от разных факторов.

**Раздел 3. Пожаробезопасность и взрывобезопасность химических производств**  
Энергетический критерий взрывоопасности в промышленности и его основные показатели. Классификация и методы оценки степени взрывоопасности технологических процессов и материалов.

Методы предотвращения и уменьшения масштабов аварий и взрывов. Пассивные методы, обеспечивающие пожаробезопасность и взрывобезопасность химических производств. Инертные и негорючие растворители и среды проведения реакций, инертная атмосфера для заполнения аппаратов и производственных зданий. Безопасное и взрывозащищенное электрооборудование. Ослабление критических элементов установок для предотвращения развития взрыва, пассивные прерыватели горения и детонации. Здания с легко разрушаемыми облегченными элементами конструкции для ослабления действия взрыва. Бронекابины для взрывоопасного оборудования, обваловка крупных взрывоопасных установок и зданий для локализации взрыва.

Активные методы обеспечения пожаробезопасности и взрывобезопасности. Средства автоматического контроля, пожаротушения и взрывоподавления на начальных стадиях. Спринклерные и дренчерные системы, гидропушки, АСПВ.

#### **Раздел 4. Основные требования нормативов взрывобезопасности**

Комплекс профилактических мероприятий. Поведение руководящего и производственного персонала в условиях аварий и проведения аварийно-восстановительных и ремонтных работ. Привлечение централизованных аварийно-спасательных, пожарных и газоспасательных служб.

Основные требования нормативов взрывобезопасности, методика их внедрения на производственных объектах. Экспертиза проектной документации взрывоопасных производств, стандарты и требования к системе управления промышленной безопасностью и охраной труда.

Аварийные случаи на транспорте, их источники и причины, примеры крупных аварий.

Классификация опасных грузов, отнесение к классам опасности на основании испытаний по международным методикам.

#### **4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	72
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,89</b>	<b>32</b>	<b>24</b>
Лекции	0,56	20	15
Практические занятия (ПЗ)	0,33	12	9
в том числе в форме практической подготовки	0,17	6	4,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,1</b>	<b>40</b>	<b>30</b>
Контактная самостоятельная работа	1,1	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		39,6	29,7
<b>Экзамен</b>	-	-	-
Контактная работа – промежуточная аттестация	-	-	-

Подготовка к экзамену.		-	-
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Учебная научно-исследовательская работа»  
(Б1.В.08)**

**1. Цель дисциплины** – приобретение опыта проведения научных исследований, выработка творческого подхода к решению поставленных задач, освоения приемов ведения научной деятельности и умение строить алгоритмы решения нестандартных задач.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

**УК-1** (УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5); **ПК-1** (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.5, ПК-1.8, ПК-1.9, ПК-1.10); **ПК-2** (ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.5, ПК-2.7); **ПК-3** (ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4); **ПК-7** (ПК-7.11); **ПСК-1.1** (ПСК-1.1.3, ПСК-1.1.6, ПСК-1.1.8); **ПСК-1.2** (ПСК-1.2.1, ПСК-1.2.7, ПСК-1.2.10, ПСК-1.2.11).

*Знать:*

- основные методы, используемые при проведении научных исследований;
- основные этапы выполнения научно-исследовательской работы.

*Уметь:*

- уметь предлагать и решать задачи, связанные с проведением научных исследований;
- составлять доклад и готовить презентацию о результатах научно-исследовательской работы.

*Владеть:*

- основными экспериментальными методами синтеза, анализа энергонасыщенных соединений, комплексного исследования их физико-химических и взрывчатых свойств.

**3. Краткое содержание дисциплины:**

Конкретное содержание научных исследований определяется индивидуальным заданием студента с учётом интересов и возможностей кафедры ХТОСА РХТУ им. Д.И. Менделеева или других профильных организаций (ИОХ РАН, ИХФ РАН, ФЦДТ «СОЮЗ», и др.), где выполняется научно-исследовательская работа. Индивидуальное задание разрабатывается по профилю специальности с учётом темы будущей выпускной квалификационной работы специалиста.

**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**

Консультации с научным руководителем работы о структуре и содержании доклада.  
Подготовка текстовых, графических и мультимедийных материалов для научного доклада.  
Подготовка презентации доклада.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>11</b>	<b>396</b>	<b>297</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>5.33</b>	<b>192</b>	<b>144</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>108</b>
Лекции (Лек)	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Лабораторные занятия (ЛР)	5.33	192	144
в том числе в форме практической подготовки	4	144	108
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>5.67</b>	<b>204</b>	<b>153</b>
в том числе в форме практической подготовки	1.39	50	37.5
Контактная самостоятельная работа	5.67	0.2	0.15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		203.8	152.85
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>		

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Научно-исследовательский практикум» (Б1.В.09)

**1. Цель дисциплины** – формирование у студентов навыков научно-исследовательской работы с использованием современных методов получения и исследования специальных свойств энергонасыщенных материалов, с применением современных методов физико-химического анализа для изучения и обнаружения этих соединений и продуктов их превращения.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

**ПК-1** (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.5, ПК-1.9, ПК-1.10); **ПК-2** (ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6, ПК-2.7); **ПК-3** (ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4); **ПСК-1.1** (ПСК-1.1.3, ПСК-1.1.4, ПСК-1.1.6, ПСК-1.1.7, ПСК-1.1.8).

*Знать:*

- основные принципы организации научно-исследовательских работ, этапы при их выполнении;
- существующий арсенал физико-химических методов исследования и анализа, используемый при выполнении научной работы в области химии, технологии и исследования свойств энергонасыщенных соединений;
- новые методы введения нитро- и других энергоемких групп, широко применяемые

в лабораторной практике;

*Уметь:*

– использовать полученные знания для решения конкретных задач синтеза энергоемких материалов с заданными свойствами, при разработке технологии их получения, при определении основных физических, аналитических и специальных характеристик энергонасыщенных материалов.

*Владеть:*

– методами поиска информации в области энергонасыщенных материалов (справочные издания, энциклопедии, электронные базы данных);

– методами физико-химического анализа для установления структуры, анализа и обнаружения энергонасыщенных соединений.

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

#### **Раздел 1. Выполнение научно-исследовательского практикума**

##### **1.1 Методы сбора информации для обеспечения научно-исследовательской работы**

Общие требования к информации, необходимой для обеспечения научно-исследовательской работы: должна строго соответствовать поставленной задаче, носить исчерпывающий характер, охватывать последние достижения в данной области.

Основные источники информации: периодические издания, справочники, электронные базы данных.

Общие источники информации:

Реферативные журналы.

Отечественные специализированные журналы и издания, публикующие материалы по тематике кафедры: «Боеприпасы и спецхимия», «Химическая физика», «Кинетика и катализ», «Химическая технология», «Известия РАН. Серия химическая», «Химия гетероциклических соединений», «Журнал органической химии» и др. Труды конференций по горению и детонации.

Иностранные специализированные журналы и издания, публикующие материалы по тематике кафедры: «Propellants, Explosives, Pyrotechnics», «Journal of the Hazardous Materials», «Journal of the Energetic Materials», «Combustion and Flame», «Thermochimica Acta» и др.

Справочники и энциклопедии:

1. Encyclopedia of explosives and related items /Под ред. В.Т. Fedoroff , О.Е. Sheffield// US army research and development command TACOM, ARDEC. Warheads, energetics and combat support centr. Picatinni Arsenal, New Jersey, USA. –1960. –V.1. –799 p. —1962. –V.2. –645 p.–1966. –V. 3. –558 p. –1969. –V. 4. –1029 p. –1972. –V.5. –784 p.–1974.. –V.6. –840 p. – 1975. –V.7. –637 p. –1978. –V.8. –1005 p. –1980. –V.9. – 911 p. –1983. – V. 10. –783 p.

2. Энергетические конденсированные системы /Краткий энциклопедический словарь.// М. Янус-К, 1999. –595 с.

3. Beilsteins Handbuch der Organische Chemie.

Электронные базы данных:

1. База данных по термодинамическим свойствам энергонасыщенных материалов Франковерского института химической технологии (ICT).

2. База данных по свойствам и стационарному горению энергонасыщенных материалов - FLAME (РХТУ им Д.И.Менделеева).



3. База данных по чувствительности энергонасыщенных материалов к различного рода механическим воздействиям – HAZARD (ПХТУ им. Д.И.Менделеева).

#### 1.2. Физико-химические методы исследования энергонасыщенных материалов

Краткая характеристика возможностей каждого из содержащихся в программе метода физико-химического анализа.

Использование ИК-спектроскопии для идентификации энергонасыщенных соединений. Характеристические частоты основных энергосодержащих групп: NO<sub>2</sub>, NO, N<sub>3</sub> и др. Влияние атома, связанного с нитрогруппой, на положение этих частот – различие в полосах симметричных и антисимметричных колебаний С-нитросоединений, N-нитросоединений, нитроэфиров, гемдинитросоединений. ИК-спектры полиазотистых гетероциклов.

Использование метода УФ-спектрометрии для исследования кинетики нитрования и ряда других реакций синтеза энергонасыщенных соединений. Влияние нитрогруппы и других энергоемких групп на смещение максимума поглощения изучаемых соединений.

Использование методов газо-жидкостной и высокоэффективной жидкостной хроматографии для анализа и идентификации энергонасыщенных соединений и их смесей. Особенности анализа этого класса соединений.

Использование методов дифференциальной сканирующей калориметрии, термогравиметрии для определения термодинамических характеристик и анализа энергонасыщенных материалов.

Использование методов ПМР- и ЯМР-спектроскопии для идентификации и установления структуры энергонасыщенных соединений. Влияние эксплозифорных групп на химсдвиг протонов и других атомов.

Методы концентрирования следовых количеств энергонасыщенных материалов, присутствующих в парах и в твердой фазе. Методы определения и обнаружения этих соединений при низких концентрациях.

1.3 Новые тенденции в исследовании специальных свойств энергосодержащих материалов

а) Термопарный метод исследования структуры волны горения.

б) Исследование нестационарного горения при изменяющемся давлении.

в) Исследование температурной чувствительности скорости горения.

г) Исследование тепловых эффектов взрывчатого превращения энергонасыщенных материалов, состава конденсированных и газообразных продуктов взрыва.

#### 1.4 Новые направления в синтезе и технологии энергонасыщенных соединений

Использование солей нитрония, смесей уксусного ангидрида с азотной кислотой (при большом избытке азотной кислоты), серно-азотных кислотных смесей (с низким содержанием серной кислоты и высоким азотной) при нитровании азотсодержащих гетероциклических соединений.

Каталитические процессы в химии нитросоединений. Реакции нитрования в присутствии твердого катализатора. Сверхкислотные катализаторы. Влияние структуры катализатора на изомерный состав продуктов нитрования.

#### 1.5 Индивидуальная научно-исследовательская работа

Тематика индивидуальных научно-исследовательских работ (ИНИР) определяется основными научными направлениями работы кафедры и включает исследования по синтезу,

технологии, процессам горения и детонации и каталитическим процессам в химии энергонасыщенных соединений.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2.9</b>	<b>104</b>	<b>78</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>2.33</b>	<b>84</b>	<b>63</b>
Лекции	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Лабораторные занятия (ЛЗ)	2.9	112	78
в том числе в форме практической подготовки	2.33	84	63
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3.1</b>	<b>104</b>	<b>78</b>
Контактная самостоятельная работа	3.1	0.2	0.15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		103.8	77.85
<b>Экзамен</b>	-	-	-
Контактная работа – промежуточная аттестация	-	-	-
Подготовка к экзамену		-	-
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>		

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Культурология» (Б1.В.10)

**1 Цель дисциплины** – приобретение студентами комплексных знаний о принципах и закономерностях функционирования культуры в обществе.

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

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*УК-5.5, УК-5.8, УК-5.10,*

*Знать:*

- понятийный аппарат культурологии;
- теоретические основы культурологии;
- формы и типы культуры;
- способы приобретения, хранения и передачи социокультурного опыта;
- базовые ценности культуры;
- теорию и историю межкультурной коммуникации;

*Уметь:*

- применять полученные знания в процессе;
- объяснить феномен культуры, ее роль в человеческой жизнедеятельности;
- самостоятельно осваивать ценности мировой и отечественной культуры;

*Владеть:*

- совокупностью знаний, обеспечивающих широкую эрудицию и культурный кругозор;
- навыками продуктивного делового общения с представителями различных культур;

– уважением к культурным ценностям.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### *Раздел 1. Основные проблемы теории культуры*

1.3 Культурология как наука

1.4 Проблема происхождения и определения культуры.

1.5 Система культуры, структурная целостность и закономерности функционирования культуры.

1.6 Культура как знаково - символическая система.

#### *Раздел 2. Динамика и типологизация культуры*

2.7 Проблема динамики культуры

2.8 Проблема типологизации культуры

*Раздел 3. Понятие современной культуры и роль российской культуры в её дальнейшем развитии*

3.6. Полифония мировой культуры. Мир культуры и культурные миры.

3.7. Взаимодействие культур: обособленность, взаимосвязь. Глобальные проблемы современности.

3.8. Доминанты культурного развития России.

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>0,9</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**

#### **"Современные физико-химические методы анализа энергонасыщенных соединений" (Б1.В.12)**

##### **1. Цель дисциплины:**

- ознакомление с теоретическими основами и аппаратным оформлением основных физико-химических методов анализа: масс-спектрометрии, оптической спектроскопии и импульсной спектроскопии ядерного магнитного резонанса (ЯМР);

- ознакомление с задачами, решаемыми с помощью химических и физико-химических методов анализа для ВЭ материалов;

- организация контроля качества целевых продуктов и реакционных масс их получения;
- установление строения и основных физических характеристик новых соединений;
- использование физико-химических методов анализа для обнаружения и идентификации ВЭ материалов при их несанкционированном хранении, перевозках и исследовании остатков после взрывов для предотвращения противоправной деятельности.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

**ПК-1** (ПК-1.2, ПК-1.5, ПК-1.10); **ПК-7** (ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3, ПК-7.6, ПК-7.8, ПК-7.9, ПК-7.12); **ПСК-1** (ПСК-1.1.6, ПСК-1.1.8).

*Знать:*

- теоретические основы современных методов химического и физико-химического анализа физико-химического высокоэнергетических веществ;
- современные физико-химические и специальные методы исследования высокоэнергетических веществ и изделий на их основе;
- методы испытаний и контроля параметров технологических процессов;
- методы обработки полученных результатов, работы с библиотеками спектральных данных и их использования для идентификации ВЭ соединений;

*Уметь:*

- использовать имеющееся специальное оборудование и приборы физико-химического анализа для исследования ВЭС и изделий на их основе.

*Владеть:*

- навыками проведения и организации работ с использованием химических и физико-химических методов анализа для решения производственных, научно-исследовательских и криминалистических задач;
- принципами разработки методик и программ для решения аналитических задач в области ВЭ материалов.

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

### **Введение**

Структура дисциплины, литература по дисциплине.

#### **Раздел 1. Оптическая спектроскопия энергонасыщенных материалов**

- 1.1. Основные положения электронной спектроскопии в применении к обнаружению и идентификации энергонасыщенных материалов (ЭМ). Спектроскопия в ультрафиолетовой и видимой области. Характерные области поглощения разных классов ЭМ, зависимость спектров ЭМ от их строения.
- 1.2. Основные положения молекулярной спектроскопии в применении к обнаружению и идентификации ЭМ. Инфракрасная спектроскопия, спектроскопия комбинационного рассеивания. Введение в теоретические основы методов, некоторые особенности конструкции приборов, фурье-спектрометры. Использование оптических методов для качественного и количественного анализа органических соединений. Методы обработки полученных данных, библиотеки спектров и их использование для идентификации органических соединений.

#### **Раздел 2. Хроматографические методы анализа ЭС**

- 2.1. Использование хроматографических методов (тонкослойная, жидкостная и газожидкостная хроматография) при анализе ЭС. Их возможности и использование в научно-исследовательской работе, в производственной практике и для обнаружения следовых количеств ЭМ в криминалистике и экологическом контроле. Обработка хроматограмм, основные хроматографические параметры, нулевая (базовая) линия,

шум, дрейф нулевой линии, хроматографический пик, основание пика, площадь пика, высота пика, ширина пика, объем удерживания вещества, мертвый объем, приведенный объем удерживания, абсолютное время удерживания вещества, мертвое время, приведенное время удерживания, эффективность хроматографической системы, число теоретических тарелок, фактор удерживания (коэффициент емкости), селективность, коэффициент асимметрии, разрешение пиков, построение калибровочной зависимости, абсолютная калибровка, внутренний стандарт, внешний стандарт, нормировка, количественный анализ. Использование программного обеспечения (Xcalibur и Мультихром) при построении метода анализа и обработке хроматограмм.

- 2.2. Тонкослойная хроматография (ТСХ) в применении к анализу и обнаружению ЭС. Основные типы пластин для ТСХ, выбор пластин для анализа ЭС. Составы элюентов для определения ЭМ методом ТСХ, принцип выбора элюента, влияние химических свойств ЭМ, гидролитическая стабильность ЭМ. Техника выполнения анализа ЭМ методом ТСХ, подготовка и нанесение проб. Использование образцов сравнения. Чувствительность метода к разным классам ЭМ. Методы визуализации хроматограмм ЭМ. Связь метода визуализации с химическими свойствами и спектральными свойствами ЭМ (классы нитраминол, нитроэфиров и полинитроароматических соединений). Проявляющие реагенты – раствор дифениламина, растворы оснований, реактив Грисса. Количественные методы в тонкослойной хроматографии – денситометрия, ограничения метода, аппаратная и программная реализация метода.
- 2.3. Высокоэффективная жидкостная в применении к анализу и обнаружению ЭС. Принцип работы и устройство жидкостного хроматографа, типы хроматографов (ВЭЖХ, и СВЭЖХ). Основные типы хроматографических колонок, выбор колонки для анализа ЭС. Составы элюентов для определения ЭМ методом ЖХ, принцип выбора элюента, влияние химических свойств ЭМ, гидролитическая стабильность ЭМ. Техника выполнения анализа ЭМ методом ВЭЖХ, подготовка проб, центрифугирование, фильтрация, твердофазная экстракция. Основные типы детекторов для ВЭЖХ – спектрофотометрический, диодная матрица, рефрактометрический и детектор по светорассеиванию, принцип действия, области применения при анализе ЭМ, ограничения, чувствительность и диапазон линейности. Чувствительность метода к разным классам ЭМ.
- 2.4. Газовая и газожидкостная хроматография в применении к анализу и обнаружению ЭС. Принцип работы и устройство газового хроматографа. Основные типы хроматографических колонок, выбор колонки для анализа ЭС. Выбор условий анализа, влияние термической стойкости и полярности ЭМ, выбор температуры термостата, изотермический и программированный режим, влияние температуры испарителя и детектора. Техника выполнения анализа ЭМ методом ВЭЖХ, подготовка проб, центрифугирование, фильтрация, твердофазная экстракция. Использование методов ввода равновесного пара и твердофазной микроэкстракции для анализа летучих компонентов ЭМ и продуктов их превращения. Универсальные и селективные детекторы, их применение при анализе ЭМ, преимущества селективных детекторов. Основные типы детекторов – детектор по теплопроводности, пламенно-ионизационный детектор, азотно-фосфорный детектор, пламенно-фотометрический детектор, детектор электронного захвата, принцип действия, области применения при анализе ЭМ, ограничения, чувствительность и диапазон линейности. Чувствительность метода к разным классам ЭМ.

### **Раздел 3. Масс-спектроскопия ЭМ**

- 3.1. Использование и основные возможности масс-спектропии ЭМ. Введение в теоретические основы масс-спектрометрии, конструкция и принцип работы основных типов селекторов ионов: квадруполь, ионная ловушка, времяпролетный, магнитный, массовое разрешение. Краткая характеристика информации, получаемой в методах масс-спектрометрии и хромато-масс-спектрометрии - прямое измерение молекулярной массы вещества, использование масс-спектрометрии высокого разрешения для получения точного значения молекулярной массы и расчет брутто-формулы вещества, разделение аналитического сигнала образцов во времени, изучение ряда термодинамических процессов (испарение, сублимация). Особенности масс-спектров нитросоединений, характерные ионы и схемы фрагментации. Основные методы ионизации в масс-спектрометрии: «Жесткие» - ионизация электронами (ИЭ, EI) индуктивно-связанной плазмой (ICP) и «Мягкие»- химическая ионизация (ХИ, CI), химическая ионизация при атмосферном давлении (ХИАД, APCI), матрично-активированная лазерная десорбция/ионизация (МАЛДИ, MALDI), ионизация электрораспылением (ИЭР, ESI) Принципиальная схема ионного источника.
- 3.2. Краткие сведения о газовой хромато-масс-спектрометрии (ГХ-МС), стыковка хроматографа и масс-спектрометра, ограничения, накладываемые на метод анализа. Краткие сведения о жидкостной хромато-масс-спектрометрии (ЖХ-МС), стыковка хроматографа и масс-спектрометра, ограничения и специфика ЖХ-МС анализа, области применения ЖХ-МС. Основные интерфейсы - ESI и APCI.
- 3.3. Создание метода проведения анализа в случае определения ЭМ. Обработка и интерпретация масс-спектров. Выделение молекулярного иона, анализ ионов-аддуктов. Использование масс-спектропии при установлении структуры веществ, использование библиотек масс-спектров. Базовые принципы использования программного обеспечения Xcalibur. Методы с регистрацией полного спектра (TIC), выбранных ионов (SIM) и ионных реакций (SRM), основные принципы создания метода, схема проведения МС<sup>n</sup> эксперимента.

#### **Раздел 4. Спектроскопия ЯМР на атомах Н, С, N при установлении структуры ЭС**

- 4.1. Основные положения и виды спектроскопии ЯМР. Теоретические основы ЯМР эксперимента. Квантово-механическое и макроскопическое рассмотрение. Магнитные свойства ядер. Эффект Зеемана. Уравнения Блоха. Преобразование Фурье-ЯМР. Взаимодействие между намагниченностью и дополнительным полем (RF). Релаксация ядерной намагниченности.
- 4.2. Основные параметры <sup>1</sup>H ЯМР. Химический сдвиг. Факторы, определяющие положение химического сдвига. Магнитная анизотропия функциональных групп и атомов. Спин-спиновое взаимодействие. Мультиплетность сигналов. Классификация спиновых систем. Ядерный эффект Оверхаузера. ЯМР эксперименты на ядрах <sup>13</sup>C, <sup>15</sup>N и <sup>14</sup>N. Характеристики ядер, шкалы химических сдвигов, стандарты.
- 4.3. Практические аспекты ЯМР. Конструктивные особенности современных ЯМР-спектрометров. Регистрация и обработка данных. Выбор метода, растворителя, температуры. Интерпретация результатов. Программные средства для расчета спектров ЯМР.
- 4.4. Двумерная ЯМР спектроскопия. Общие понятия о корреляционной ЯМР спектроскопии. Гомоядерная (COSY, TOCSY, INADEQUATE) и гетероядерная (HSQC, HMQC, HMBC) двумерная ЯМР спектроскопия. Выбор, достоинства и области применения.

#### **Раздел 5. Рентгенофлуоресцентные и рентгенодифракционные методы**

- 5.1. Основные принципы и возможности рентгенодифракционных методов при анализе и идентификации ЭС. Теория дифракции рентгеновских лучей. Закон Брэгга. Источники рентгеновского излучения. Конструкционные особенности рентгеновских дифрактометров. Дифракция на монокристалле. Метод Лауэ, метод вращающегося кристалла. Рентгенодифракционный анализ порошков, метод Дебая-Шеррера. Алгоритм расшифровки и уточнение структуры вещества. Фактор расходимости. Представление экспериментальных данных.
- 5.2. Основные принципы и возможности рентгенофлуоресцентных методов при анализе и идентификации ЭС. Физика рентгеновской флуоресцентной спектроскопии. Характеристическое излучение. Закон Мозли. Качественный и количественный рентгенофлуоресцентный анализ.

#### Раздел 6. Химические методы обнаружения ЭМ

- 6.1. Общие методы обнаружения нитросоединений. Цветные реакции при обнаружении полинитроароматических соединений (комплексы Яновского, взаимодействие с основаниями), нитраминов и нитроэфиров (определение с дифиниламином и резорцином реакция Грисса и т.д.). Последовательное обнаружение трёх классов ВВ. Определение алифатических нитросоединений в том числе нитрометана.
- 6.2. Обнаружение пероксидов. Методы определения триацетонтрипероксида, диацетондипероксида, ГМТД. Использование ферментативных реакций.
- 6.3. Обнаружение неорганических энергоёмких соединений. Методы определения нитратов, нитритов, хлоратов и перхлоратов.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1.8</b>	<b>64</b>	<b>48</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0.45</b>	<b>16</b>	<b>12</b>
Лекции	0.45	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0.45	16	12
Лабораторные занятия (ЛР)	0.9	32	24
в том числе в форме практической подготовки	0.5	18	13,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3.2</b>	<b>116</b>	<b>87</b>
Контактная самостоятельная работа	3.2	0.4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		115.6	86,7
<b>Экзамен</b>	-	-	-
Контактная работа – промежуточная аттестация	-	-	-
Подготовка к экзамену.		-	-
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Основы квантовой химии органических соединений азота» (Б1.В.13)

**1 Цель дисциплины** – состоит в изучении основных понятий современной квантовой химии и квантово-химических методов расчета строения и свойств химических систем; во введении студентов в круг основных представлений о химической связи и межмолекулярных взаимодействиях и ознакомлении на этой основе с особенностями химической связи в химических веществах и обусловленных этим свойствами материалов; в освоении работы с

основными квантово-химическими компьютерными программами, используемыми на практике.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

**ПК-1** – ПК-1.4, ПК-1.7, ПК-1.12

*Знать:*

- основные положения квантовой химии, современной теории химической связи и межмолекулярного взаимодействия и примеры ее применения к конкретным химическим системам;
- принципы количественной характеристики атомной и электронной структуры молекулярных систем и полимеров;
- основные взаимосвязи между электронной структурой и физико-химическими свойствами веществ, лежащие в основе управления свойствами;
- возможности основных современных квантово-химических расчетных методов и области их применимости.

*Уметь:*

- применять квантово-химические подходы и методы для расчета, интерпретации и предсказания строения и свойств молекулярных систем.

*Владеть:*

- элементарными навыками применения квантово-химических подходов и методов и интерпретации результатов при решении практических технологических задач и стандартными квантово-химическими компьютерными программами.

## **3 Краткое содержание дисциплины**

*Введение.* Предмет квантовой химии. Роль квантовой химии в описании химических явлений и процессов. Взаимосвязь классической и квантовой моделей молекул.

*Раздел 1. Общие положения квантовой химии*

### 1.1. Основные приближения

Основные принципы квантовой механики. Вариационный метод нахождения волновых функций. Приближение независимых частиц. Метод самосогласованного поля для атомов. Приближение центрального поля. Атомные орбитали и их характеристики.

### 1.2. Одноэлектронные и многоэлектронные волновые функции и методы их расчета

Антисимметричность многоэлектронной волновой функции. Спин-орбитали. Детерминант Слейтера. Методы Хартри-Фока и Кона-Шэма, химическая трактовка получаемых результатов. Электронные конфигурации атомов.

*Раздел 2. Квантовая химия молекул*

### 2.1. Молекулярная структура и методы ее расчета

Приближение Борна-Оппенгеймера, адиабатический потенциал и понятие молекулярной структуры. Методы Хартри-Фока и Кона-Шэма для молекул. Приближение МО ЛКАО. Электронная корреляция. Метод конфигурационного взаимодействия. Теория возмущений. Энергии диссоциации химических связей.

### 2.2. Неэмпирические и полуэмпирические методы квантовой химии

Иерархия методов квантовой химии. Неэмпирическая квантовая химия. Атомные и молекулярные базисные наборы для неэмпирических расчетов, их роль в описании свойств молекул. Полуэмпирические методы. Валентное и  $\pi$ -электронное приближения. Методы Парризера-Попла-Парра и Хюккеля. Точность квантово-химических расчетов свойств молекул.

*Раздел 3. Химическая связь и реакционная способность энергонасыщенных соединений*

### 3.1. Химическая связь и межмолекулярные взаимодействия



Орбитальная картина химической связи. Конструктивная и деструктивная интерференция орбиталей. Молекулярные орбитали и их симметричная классификация. Корреляционные диаграммы. Электронные конфигурации двухатомных молекул. Анализ заселенностей орбиталей. Пространственное распределение электронной плотности и химическая связь. Топологическая теория химической связи.

### 3.2. Квантово-химическое описание химических реакций

Поверхность потенциальной энергии химической реакции. Особые точки ППЭ и равновесные и переходные состояния. Методы описания химических реакций: теория возмущений, метод координаты реакции. Применение квантовой химии для характеристики реакционной способности энергонасыщенных соединений.

*Заключение.* Квантовая химия как инструмент прогноза в химии и химической технологии.

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>0,89</b>	<b>32</b>	<b>24</b>
Лекции	0,445	16	12
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	0,445	16	12
<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 «Основы технического регулирования и метрологии»

**1. Цель дисциплины** – получение студентами основных научно-практических знаний в области метрологии и основ технического регулирования на территории РФ и за рубежом, необходимых для решения задач обеспечения единства измерений и контроля качества продукции (услуг), метрологическому и нормативному обеспечению разработки, производства, испытаний, эксплуатации и утилизации продукции.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-4.6; ПК-4.7; ПК-4.8; ПК-4.9; ПК-4.10; ПК-4.13; ПК-4.14

*Знать:*

- современные тенденции развития техники и химической технологии;
- современные методы измерения физико-химических показателей и их погрешностей;
- законодательную, организационную, научную и техническую основы обеспечения единства измерений и стандартизации.
- порядок разработки, утверждения и внедрения стандартов, технических условий и другой нормативной и нормативно-правовой документации;

- перспективы технического развития и особенности деятельности организаций, компетентных на законодательно-правовой основе в области технического регулирования и управления качеством;

- основные формы подтверждения соответствия, участников работ по сертификации, схемы сертификации и декларирования в РФ и за рубежом.

*Уметь:*

- применять методы и использовать принципы стандартизации при разработке нормативных документов;

- применять на практике Федеральные законы и международные рекомендации в области метрологии и технического регулирования;

- принимать участие в процессах подтверждения соответствия разного уровня- аккредитации, приемке, экспертизе, лицензировании, госконтроле и надзоре;

- использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.

применять методы контроля и управления качеством продукции и производственного процесса предприятия;

- анализировать данные о качестве продукции и определять причины брака;

*Владеть:*

- навыками осуществлять поиск, критически анализировать и синтезировать информацию, применять системный подход для решения поставленных задач;

- навыками искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач.

- навыками анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами в соответствующей отрасли;

- навыками принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии.

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

#### *Раздел 1. Метрология. Основные понятия и принципы*

Предмет метрология. Термины и определения. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений. Классификация измерений» Основные физические и химические величины. Средства измерений и их виды. Погрешности измерений. Государственная метрологическая служба. Международная организация законодательной метрологии.

#### *Раздел 2. Основы технического регулирования.*

Законы РФ «О техническом регулировании», «О стандартизации в РФ», «О защите прав потребителя». Технические регламенты и нормативные документы, действующие на территории РФ.

#### *Раздел 3. Основы оценки соответствия.*

Формы подтверждения соответствия. Обязательная сертификация. Декларирование. Добровольная сертификация. Аккредитация.

#### 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>0,88</b>	<b>32</b>	<b>24</b>
Лекции	0,44	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	12
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,12</b>	<b>76</b>	<b>57</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,12	76	57
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</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 «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту» (Б1.В.16)

**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 – 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 самостраховки.

*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

### 5.3 Дисциплины по выбору

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Социология» (Б1.В.ДВ.01.01)

**1. Цель дисциплины:** формирование у студента целостного представления о состоянии и основных направлениях развития современного общества.

**2. Изучение дисциплины направлено на формирование и развитие следующих компетенций:** УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-3.5, УК-3.6, УК-3.7, УК-5.8, ПК-3.4

**знать:** -

- принципы развития современного общества;
- социальные функции и параметры функционирования социальных институтов и процессов ;
- основы методов социологических исследований;
- основные направления социологического анализа общественных отношений

**уметь:**

- определять специфику социального взаимодействия;
- критически оценивать достоинства и недостатки различных подходов к изучению социума;
- определять специфику социального взаимодействия;
- анализировать состояние социальных институтов и процессов;

**владеть:**

- понятийным аппаратом социологии;
- основными методами сбора и анализа социологической информации;
- основными навыками анализа социальных институтов и процессов в обществе.

### 3. Краткое содержание дисциплины:

#### Раздел I. Понятие и история социологии

Социология как наука и учебная дисциплина. История развития социологической мысли. Социологические исследования.

#### Раздел II. Общество

Общество как целостная социокультурная система. Социальная структура общества. Личность – основной элемент общества.

#### Раздел III. Социальные институты

Социология семьи. Социология культуры. Социология политики. Экологическая социология.

### 4 Объем учебной дисциплины: дисциплина изучается в 3 семестре

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	2	72	54
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	0.9	32	24
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	0.45	16	12
Лекции	0.45	16	12
<b>Самостоятельная работа</b>	1.1	40	30
Контактная самостоятельная работа	1,1	0,4	0,3
Реферат		39,6	29,7
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Зачет с оценкой</b>	+	+	+
Подготовка к зачету	-	-	-
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Конфликтология» (Б1.В.ДВ.01.02)

**1. Цель дисциплины:** сформировать у студентов представления о социальном конфликте как одной из форм социального взаимодействия, как о способе решения социальных противоречий и управления конфликтными ситуациями и конфликтами.

**2. Изучение дисциплины направлено на формирование и развитие следующих компетенций:** УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-3.5, УК-3.6, УК-3.7, УК-5.8, ПК-3.4

#### **Знать:**

- особенности предмета конфликтологии; основные классические и современные социологические теории и школы в области социологии конфликта; закономерности социально-экономических и политических процессов, влияющих на возникновение и развитие конфликтных отношений.

#### **Уметь:**

- приобретать знания в предметной области конфликтологии; работать в команде, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия; анализировать социальную структуру конфликта с целью его разрешения;

#### **Владеть:**

- методами анализа конфликтных противоречий и конфликтов в различных областях общественной жизни и решать их с помощью современных исследовательских методов; способностью находить организационно-управленческие решения в конфликтных ситуациях; владеть практическими навыками анализа и разрешения конфликтных ситуаций и конфликтов.

### 3. Краткое содержание дисциплины:

Раздел 1.

Понятие и история конфликтологии. Общая теория конфликта.

Раздел 2.

Внутриличностные и межличностные конфликты. Внутригрупповые и межгрупповые конфликты.

Раздел 3

Конфликты в организации. Социально-трудовые и социально-экономические конфликты.

### 4. Объем учебной дисциплины: дисциплина изучается в 3 семестре

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	2	72	54
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	0.9	32	24
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	0.45	16	12
Лекции	0.45	16	12
<b>Самостоятельная работа</b>	1.1	40	30
Контактная самостоятельная работа	1,1	0,4	0,3
Реферат		39,6	29,7
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Зачет с оценкой</b>	+	+	+
Подготовка к зачету	-	-	-
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Социально-психологические основы развития личности» (Б1.В.ДВ.02.01)

**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-6** – УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5, УК-6.6, УК-6.7;

**УК-9** – 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 (одногоруппниками) 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. Современное общество в условиях глобализации и информатизации.
2. Социальные процессы
3. Институты социализации личности
4. Институт образования
5. Социальная значимость профессии.
6. «Моя профессия в современном российском обществе»

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

1. Психология личности
2. Стратегии развития и саморазвития личности
3. Самоорганизация и самореализация личности
4. Личность в системе непрерывного образования
5. Целеполагание в личностном и профессиональном развитии. Практикум «Построение карьеры».

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

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



2. Стили руководства и лидерства. Практикум «Командообразование. Лидерство»
3. Практикум «Управление конфликтными ситуациями в коллективе»
4. Практикум «Мотивы личностного роста»
5. 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 «Инженерная психология» (Б1.В.ДВ.02.02)

**1. Цель дисциплины** – приобретение студентами знаний в области психологии организации деятельности людей в системе "человек-машина", человек-профессиональная деятельность, развитие профессионально важных качеств будущего специалиста.

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

**Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:**

**УК-6 – УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5, УК-6.6;**

**УК-9 – УК-9.1, УК-9.2, УК-9.3;**

*Знать:*

– основные психологические понятия (психика, сознание, индивид, личность, индивидуальность, психические процессы, свойства, состояния и пр.);

– методы психологических исследований (объективные, описательные, психологической помощи);

– профессионально важные качества значимые для будущей специальности;

– психологическую сущность общения;

– конструктивные способы разрешения конфликтных ситуаций;

– психологические особенности развития малой социальной группы (коллектива);

*Уметь:*

– проектировать и поддерживать психологически безопасные условия деятельности в сложных системах человек-машина;

– работать в коллективе, сотрудничать с коллегами, разрешать конфликтные ситуации;

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

*Владеть:*

- навыками психологического самоанализа и саморегулирования, необходимыми
- для эффективной и безопасной профессиональной деятельности;
- теоретическими и практическими навыками планирования профессиональной деятельности, целеполагания и разработки оптимальных программ реализации цели.
- навыками межличностного общения.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### *Раздел 1. Психология человека и его профессиональная деятельность*

Общая характеристика психологии как науки

1.7 Общая характеристика психологии как науки. Методы психологии

1.8 Общее понятие о личности

1.9 Личность и ее психические свойства

1.10 Познавательные процессы личности

1.11 Эмоционально-волевые процессы личности

1.12 Психология профессиональной деятельности

#### *Раздел 2. Человек как участник трудового процесса*

2.9 Основные этапы развития субъекта труда

2.10 Трудовая мотивация и удовлетворенность трудом

2.11 Целеполагание и планирование в профессиональной деятельности

2.12 Профессиональная коммуникация

2.13 Психология конфликта

2.14 Психология совместного труда

2.15 Психология управления

2.16 Стресс и его профилактика

### **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 «Проблемы устойчивого развития» (Б1.В.ДВ.03.01)**

**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-8.10; ПК-3.4

*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. Потоки 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. Мировоззрение, 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 «Анализ техногенного риска» (Б1.В.ДВ.03.02)

**1 Цель дисциплины** – формирование комплекса знаний, позволяющих оценить риски от хозяйственной деятельности человека и сопутствующих ей факторов химического и физического воздействия, а также предложить новые процессы, позволяющих снизить техногенный риск и ущерб от него.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*УК-8.1; УК-8.2; УК-8.10; ПК-3.4*

*Знать:*

- виды факторов вредного воздействия;
- классификацию, источники и объекты рисков;
- особенности рисков химического и физического (в том числе радиационного) воздействия на человека и окружающую среду;
- основные концепции управления рисками;
- количественные методы анализа риска.

*Уметь:*

- определять ВДК<sub>р.з.</sub> химических соединений;
- определять ХПК<sub>теор.</sub> химических соединений;
- рассчитывать активность радиоактивного препарата;
- рассчитывать индивидуальный риск на основе статистических данных.

*Владеть:*

- методикой укрупнённой оценки эколого-экономического ущерба от загрязнения окружающей среды предприятием.

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

##### **Раздел 1. Токсикология и химический риск**

Источники существования жизни на Земле. круговороты веществ в природе (биогеохимические циклы).

Факторы вредного воздействия. Особое место химических наук в описании вредного воздействия. Учение о вредном действии веществ.

Токсикология. Направления токсикологии. Вредное вещество. Эффекты воздействия веществ: ксенобиотики, заменяемые вещества. Токсичность и опасность. Классификация вредных веществ. LD<sub>50</sub>, LC<sub>50</sub>. Кривая «доза-эффект». Механизм действия вредных веществ. Фазы воздействия вредных веществ.

Токсикометрия. Пороговая и беспороговая концепции. Гомеостаз. Обратная связь. Толерантность.

ПДК. ПДК<sub>с.с.</sub>, ПДК<sub>м.р.</sub>, ПДК<sub>р.з.</sub>, ВДК<sub>р.з.</sub> ПДК<sub>в.</sub>, ПДК<sub>р.х.</sub>, БПК, ХПК, БП.

Эмпирические правила оценки токсичности соединений. Особенности повторного воздействия вредных веществ: адаптация, кумуляция. Сенсбилизация. Комбинированное действие вредных веществ: суммация, синергизм, антагонизм.

Химические опасности. Химические опасности новых технологий. Опасности нанотехнологий. Действия по снижению химического риска.

### **Раздел 2. Ионизирующее излучение и радиационный риск**

Классификация излучений. Классификация ионизирующих излучений. Нуклид. Изотопы, изобары, изотоны. Радиоактивность. Стабильные и радионуклиды. Источники радионуклидов. Радиоактивный распад. Типы радиоактивного распада. Закон радиоактивных смещений (правило радиоактивных смещений Содди и Фаянса). Радиоактивные ряды. Проникающая способность ионизирующих излучений.

Закон радиоактивного распада. Постоянная распада. Период полураспада. Среднее время жизни. Активность.

Деление ядер. Ядерные цепные реакции. Ядерный взрыв. Критическая масса. Поражающие факторы ядерного взрыва. Ядерный реактор. Природный ядерный реактор в Окло. Атомная электростанция. Эффект Вавилова – Черенкова.

Эффекты действия ионизирующих излучений. Поглощённая доза. Экспозиционная доза. Эквивалентная доза. Эффективная эквивалентная доза. Коллективная эффективная эквивалентная доза. Предельно допустимая доза.

### **Раздел 3. Анализ рисков**

Устойчивое развитие и безопасность. Опасность. Таксономия опасностей. Классификация рисков. Природный риск. Техногенный риск. Радиационный риск. Химический риск. Основные принципы оценки риска воздействия химических соединений. Химический канцерогенный риск. Химический неканцерогенный риск.

Классификация уровней риска. Целевой риск. Количественные методы анализа риска. Дерево событий. Дерево отказов.

Индивидуальный риск. Коллективный риск. Социальный риск. Потенциальный территориальный риск. Фоновый риск. Концепция абсолютной безопасности. Концепция приемлемого риска. Крупные техногенные катастрофы. Оценка, анализ и управление риском.

## **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	0,45	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16	12

Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
<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>		

## 5.4. Практики

### Аннотация рабочей программы «Учебная практика: Ознакомительная практика» Б2.О.01(У)

**1. Цель учебной практики: Ознакомительная практика** – ознакомление студентов с методологическими основами организации образовательного процесса по профилю изучаемой программы специалитета на кафедре ХТОСА РХТУ им. Д.И. Менделеева, основными направлениями научно-исследовательской работы кафедры в области энергонасыщенных материалов и изделий; с деятельностью производственных, научно-исследовательских и проектных организаций по профилю изучаемой программы специалитета, а также получение первичных профессиональных умений и навыков путем самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой практики.

Основной задачей учебной практики является формирование у обучающихся первичного представления об основных областях, объектах и видах профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники, освоившие программу специалитета по выбранной специализации.

Учебные практики проводятся во 2-ом и 6-ом семестрах в форме теоретических занятий и экскурсий.

#### **2. В результате прохождения учебной практики обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

**УК-6** (УК-6.3, УК-6.4, УК-6.6); **ПК-1** (ПК-1.1); **ПК-2** (ПК-2.1, ПК-2.6, ПК-2.7); **ПК-3** (ПК-3.4).

*Знать:*

- порядок организации, планирования, проведения и обеспечения образовательной деятельности по профилю изучаемой программы специалитета;
- порядок организации, планирования, проведения и обеспечения научно-исследовательских работ с использованием современных технологий.

*Уметь:*

- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю пройденной практики.

*Владеть:*

- способностью и готовностью к профессиональной деятельности по профилю изучаемой программы специалитета;
- методологическими подходами к организации научно-исследовательской и образовательной деятельности.

#### **3. Краткое содержание учебной практики**

**Раздел 1.** Ознакомление с историей производства энергонасыщенных материалов (ЭНМ) и изделий на их основе, основными областями их применения.

Посещение тематических экспозиций музеев и выставок.

**Раздел 2.** Ознакомление с перспективными научными разработками в области создания и применения энергонасыщенных материалов и изделий. Посещение научных лабораторий кафедры и знакомство с организацией работы в исследовательской лаборатории.

**Раздел 3.** Посещение действующих предприятий по разработке и производству ЭНМ и изделий на их основе.

Ознакомление с основными технологическими стадиями и способами производства ЭНМ, свойствами изделий и областями их применения.

**Раздел 4.** Подготовка отчета о прохождении учебной практики.

Требования, предъявляемые к написанию и представлению отчета.

Конкретное содержание учебной практики определяется с учетом возможностей и интересов кафедры, организующей практику, и принимающей организации.

#### 4. Объем учебной практики

Вид учебной работы	Всего		2 семестр		6 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6,0</b>	<b>216</b>	<b>3,0</b>	<b>108</b>	<b>3,0</b>	<b>108</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	5,98	215,6	2,99	107,8	2,99	107,8
Контактная самостоятельная работа	6	0,4	3	0,2	3	0,2
Индивидуальное задание		36		18		18
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе учебной практики		179,6		89,8		89,8
<b>Экзамен</b>	-	-	-	-	-	-
Контактная работа – промежуточная аттестация	-	-				
Подготовка к экзамену.		-				
<b>Вид контроля:</b>			<b>Зачет</b>		<b>Зачет</b>	

Вид учебной работы	Всего		2 семестр		6 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>6</b>	<b>162</b>	<b>3</b>	<b>81</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6,0</b>	<b>162</b>	<b>3,0</b>	<b>81</b>	<b>3,0</b>	<b>81</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	5,98	161,7	2,99	80,85	2,99	80,85
Контактная самостоятельная работа	6	0,3	3	0,15	3	0,15
Индивидуальное задание		27		13,5		13,5
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе учебной практики		134,7		67,35		67,35
<b>Экзамен</b>	-	-	-	-	-	-



Контактная работа – промежуточная аттестация	-	-				
Подготовка к экзамену.		-				
<b>Вид контроля:</b>			<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>		

**Аннотация рабочей программы**  
**«Производственная практика: Технологическая практика»**  
**Б2.В.01(П)**

**1. Цель производственной практики: технологическая практика** – получение профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности путем самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой практики, ознакомления с современными технологиями получения основных энергонасыщенных соединений (ЭНС), опытными производствами перспективных ЭНС в условиях действующего производственного предприятия и отраслевого научно исследовательского института.

Основной задачей производственной практики является приобретение опыта участия в реальных производственных процессах, приобретение необходимого комплекса навыков и знаний, необходимых для решения конкретных технологических задач, сбор информации, необходимой для выполнения курсового проекта по разработке конкретной технологической стадии производства ЭНС.

Конкретное содержание производственной практики определяется индивидуальным заданием студента с учётом интересов и возможностей организаций, где она выполняется. Индивидуальное задание разрабатывается по профилю специалитета.

Производственная практика проводится на ФКП «Завод имени Я.М. Свердлова» и ФГУП «ГосНИИ «Кристалл» (г. Дзержинск, Нижегородской обл.).

Учебная работа на производственной практике базируется на знаниях, полученных студентами в курсах «Проектирование и оборудование заводов производства энергонасыщенных материалов и изделий» и «Основы технологической безопасности производства энергонасыщенных материалов».

**2. В результате прохождения технологической практики обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

**ПК-4** (ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-4.4, ПК-4.8, ПК-4.12); **ПК-5** (ПК-5.1, ПК-5.3); **ПК-6** (ПК-6.2); **ПСК-1.3** (ПСК-1.3.1, ПСК-1.3.4, ПСК-1.3.12, ПСК-1.3.13).

*Знать:*

– устройство производственных линий, структуры и оборудования цехов, технологические особенности конкретного производства ЭНС;

– порядок организации, планирования, проведения и обеспечения производства основных ЭНС с использованием современных технологий;

– порядок организации, планирования, проведения опытных производств перспективных ЭНС;

*Уметь:*

– ориентироваться в современных технологиях производства индивидуальных и смесевых ЭНС и областях их применения;

– ориентироваться в современных технологиях снаряжения изделий, содержащих индивидуальные и смесевые ЭНС.

*Владеть:*

- навыками анализа технологических схем и технических регламентов производства основных ЭНС;
- способностью и готовностью к профессиональной деятельности по профилю изучаемой программы специалитета.

### **3. Краткое содержание производственной практики: технологическая практика**

#### **Раздел 1.**

*Организационное собрание (РХТУ им. Д.И. Менделеева):*

- знакомство с программой, целями и задачами производственной практики;
- разъяснение особенностей прохождения практики на предприятиях;
- инструктаж по общим положениям техники безопасности;
- определение примерного календарного графика прохождения практики.

#### **Раздел 2.**

*Организационные мероприятия (ФКП «Завод имени Я.М. Свердлова», ФГУП «ГосНИИ «Кристалл»):*

Прохождение режимных мероприятий для доступа на территорию ФКП «Завод имени Я.М. Свердлова». Прохождение инструктажа по технике безопасности. Прохождение специального инструктажа по режиму практики. Прохождение режимных мероприятий на территории ФКП «Завод имени Я.М. Свердлова» и специнструктажа по сбору материалов для курсового проекта. Прохождение режимных мероприятий для доступа на территорию ФГУП «ГосНИИ «Кристалл».

#### **Раздел 3.**

*Ознакомительные мероприятия:*

Ознакомление с историей развития производств ФКП «Завод имени Я.М. Свердлова» (музей). Посещение Научно-производственного центра: лабораторий и опытных производств, беседа с ведущими специалистами. Ознакомление с современной технологией производства нитробензола, включая вопросы экологии при производстве нитросоединений – участков каталитического сжигания отходящих газов, регенерации серной кислоты. Ознакомление с современной технологией производства тринитротолуола. Ознакомление с современной технологией производства гексогена и тетранитрата пентаэритрита, установкой регенерации азотной кислоты. Ознакомление с современной технологией производства октогена, включая печи сжигания сточных вод и участка регенерации уксусного ангидрида. Ознакомление с современной технологией снаряжения ВВ. Ознакомление с современной технологией получения смесевых ВВ и изделий из них.

Ознакомление с историей ФГУП «ГосНИИ «Кристалл» и его структурой. Посещение подразделений и лабораторий Института, беседа с ведущими специалистами. Посещение испытательного комплекса. Посещение испытательного комплекса (полигон). Посещение опытных производств.

#### **Раздел 4.**

*Сбор материала для выполнения курсового проекта:*

Изучение структуры и оборудования цехов производства конкретного продукта в соответствии с индивидуальным заданием. Подробное изучение участка производства для последующего проектирования. Изучение аппаратуры, консультации.

Изучение технического регламента цеха в соответствии с индивидуальным заданием. Изучение схемы производства в соответствии с индивидуальным заданием. Консультации с работниками цеха.

Ознакомление с аппаратурой производства, разработка предполагаемой схемы производства в соответствии с индивидуальным заданием. Консультации с работниками цеха и руководителями практики от РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Изучение калькуляции стоимости выпускаемого продукта в соответствии с индивидуальным заданием.

#### **Раздел 5.**

*Заключительные мероприятия:*

Режимная проверка конспектов и чертежей.

Прохождение заключительного инструктажа и консультации в Учебно-методическом Центре. Оформление отчёта о практике. Прием зачета по практике с участием сотрудников предприятия и преподавателей кафедры (по цехам). Оформление отчёта о практике.

#### **4. Объем производственной практики**

Вид учебной работы	Объем практики		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6,0</b>	<b>216</b>	<b>162</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>5,99</i>	<i>215,8</i>	<i>161,85</i>
Контактная самостоятельная работа	6	0,2	0,15
Индивидуальное задание		36	27
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе производственной практики		179,8	134,75
<b>Экзамен</b>	-	-	-
Контактная работа – промежуточная аттестация	-	-	-
Подготовка к экзамену.		-	-
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>		

#### **Аннотация рабочей программы «Производственная практика: Преддипломная практика» Б2.В.02(Пд)**

**1. Цель преддипломной практики** – получение, обобщение и систематизация данных, необходимых для выполнения выпускной квалификационной работы.

Преддипломная практика направлена на:

- закрепление теоретических знаний и практических навыков, полученных в процессе обучения по программе специалитета;
- приобретение навыков, необходимых в дальнейшей профессиональной деятельности;
- приобретение опыта постановки и выполнения научно-исследовательских (в случае выполнения научно-исследовательской работы) и проектных (в случае выполнения расчетно-проектной работы) задач;

- овладение методологией и методами обработки результатов исследования;
- участие в работе научно-исследовательской группы, временного трудового коллектива;

- сбор, подготовка и систематизация материалов по тематике выпускной квалификационной работы (ВКР).

Основными задачами преддипломной практики являются:

- формирование у обучающихся целостного представления об организации и управлении отдельными этапами и программами проведения научных исследований и технических разработок; о структуре организации и основных функциях исследовательских и управленческих подразделений;

- участие в работе научно-исследовательской группы, подразделения, временного трудового коллектива;

- развитие у обучающихся личностно-профессиональных качеств исследователя.

В случае выполнения расчетно-проектной ВКР основной задачей является сбор, анализ, систематизация необходимой для выполнения ВКР информации по функционированию технологических линий производства энергонасыщенных материалов.

## **2. В результате прохождения преддипломной практики обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.5; ПК-1.6; ПК-1.8; ПК-1.9; ПК-1.10; ПК-1.11; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-2.4; ПК-2.5; ПК-2.6; ПК-2.7; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-3.4; ПК-7.1; ПК-7.2; ПК-7.3; ПК-7.4; ПК-7.5; ПК-7.6; ПК-7.7; ПК-7.8; ПК-7.9; ПК-7.10; ПК-7.11; ПК-7.12; ПСК-1.1.1; ПСК-1.1.2; ПСК-1.1.3; ПСК-1.1.4; ПСК-1.1.5; ПСК-1.1.6; ПСК-1.1.7; ПСК-1.1.8; ПСК-1.2.1; ПСК-1.2.2; ПСК-1.2.3; ПСК-1.2.4; ПСК-1.2.5; ПСК-1.2.6; ПСК-1.2.7; ПСК-1.2.8; ПСК-1.2.9; ПСК-1.2.10; ПСК-1.2.11; ПСК-1.3.1; ПСК-1.3.2; ПСК-1.3.3; ПСК-1.3.4; ПСК-1.3.5; ПСК-1.3.6; ПСК-1.3.7; ПСК-1.3.8; ПСК-1.3.9; ПСК-1.3.10; ПСК-1.3.11; ПСК-1.3.12; ПСК-1.3.13.

*Знать:*

- основы организации и методологию научных исследований;
- современные научные концепции в области энергонасыщенных материалов;
- структуру и методы управления современным производством энергонасыщенных материалов.

*Уметь:*

- работать с научными текстами, пользоваться научно-справочным аппаратом;
- обрабатывать, анализировать полученные экспериментальные данные;
- оформлять результаты научных исследований;
- использовать полученные теоретические знания для проектирования технологических линий производств энергонасыщенных материалов.

*Владеть:*

- навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности, работы с источниками научной информации, реферирования научных публикаций;
- методами проектирования основных и вспомогательных цехов производства энергонасыщенных материалов, способами расчета технологического оборудования.

## **3. Краткое содержание преддипломной практики**

Тематика преддипломной практики студентов специалитета по специальности «Химическая технология энергонасыщенных материалов изделий» определяется тематикой их выпускной квалификационной работы и может проводиться в научно-исследовательском или проектном формате (при выполнении научно-исследовательской или расчетно-проектной работы соответственно).

Научно-исследовательская практика проходит в научных лабораториях, технологических подразделениях, информационных центрах научно-исследовательской организации или в лабораториях кафедры ХТОСА РХТУ им. Д. И. Менделеева.

Студенты знакомятся с текущей работой лаборатории, осваивают методы синтеза, исследования свойств энергонасыщенных материалов, опираясь на опыт и навыки, приобретенные при освоении дисциплин «Научно-исследовательский практикум» и «Учебная научно-исследовательская работа», приобретают навыки поиска научно-технической информации и работы с базами данных, проводят экспериментальные исследования и испытания в соответствии с утвержденной темой ВКР, участвуют в обработке результатов исследования и подготовки их к публикации.

Преддипломная практика студентов, выполняющих расчетно-проектную выпускную квалификационную работу, проходит в производственных цехах и технических отделах промышленного предприятия. Студенты знакомятся со структурой предприятия, нормативно-технологической документацией, регламентами производства, изучают систему менеджмента и качества продукции. Основное внимание уделяется практическим вопросам функционирования технологических линий производства продукции, вопросам совершенствования технологического процесса.

Во время прохождения преддипломной практики студенты собирают материалы по тематике выпускной квалификационной работы, анализируют их, намечают основные направления и задачи работы, вырабатывают методологию решения этих задач.

Конкретное содержание преддипломной практики определяется индивидуальным заданием студента с учётом интересов и возможностей организаций, где она выполняется.

Индивидуальное задание разрабатывается по профилю специальности в строгом соответствии с темой выпускной квалификационной работы специалиста.

#### 4. Объем преддипломной практики

Вид учебной работы	Объем практики		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>21,0</b>	<b>756</b>	<b>567</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>21,0</b>	<b>756</b>	<b>567</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>20,99</i>	<i>755,8</i>	<i>566,85</i>
Контактная самостоятельная работа	21	0,2	0,15
Индивидуальное задание		360	270
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе производственной практики		395,8	296,75
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>		

#### 5.5. Государственная итоговая аттестация

##### Аннотация программы «Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы»

(БЗ. 01)

**1. Цель государственной итоговой аттестации: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы** – выявление уровня теоретической и практической подготовленности выпускника вуза к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям ФГОС ВО по специальности 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов изделий, специализация №1 «Химическая технология органических соединений азота».

**2. В результате государственной итоговой аттестации: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита 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:**

УК-1; УК-2; УК-3; УК-4; УК-5; УК-6; УК-7; УК-8; УК-9; УК-10; УК-11; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПСК-1.1; ПСК-1.2; ПСК-1.3.

*знать:*

– порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в области энергонасыщенных материалов;

– методы синтеза и исследования физико-химических, взрывчатых и физико-механических свойств индивидуальных и смесевых взрывчатых материалов;

– современные научные тенденции развития энергонасыщенных материалов;

– основные технологические процессы эффективного и безопасного получения энергонасыщенных материалов и изделий;

*уметь:*

– самостоятельно выявлять перспективные направления научных исследований, обосновывать актуальность, теоретическую и практическую значимость проблемы, проводить экспериментальные исследования с использованием современных приборов, анализировать и интерпретировать полученные результаты, подготавливать отчеты и публикации о результатах исследований;

– осуществлять поиск и анализ научно-технической информации в области энергонасыщенных материалов и изделий с целью научно-практической и патентной поддержки проводимых исследований;

– применять знания по химии и технологии индивидуальных и смесевых взрывчатых материалов и их отдельных компонентов для управления технологическим процессом, прогнозирования и регулирования основных эксплуатационных свойств, постановки задач по исследованию и проектированию технологии новых взрывчатых материалов и изделий;

*владеть:*

– методологией и методикой проведения научных исследований; навыками самостоятельной научной и исследовательской работы;

– навыками работы в коллективе, планирования и организации коллективных научных исследований; современными методами исследования и анализа энергонасыщенных материалов;

– навыками проведения исследований индивидуальных и смесевых взрывчатых материалов, их испытаний и контроля параметров технологических процессов их получения;

– навыками выполнения инженерных расчетов, обеспечивающих проведение существующего технологического процесса или внесения в него необходимых дополнений и изменений.

**3. Краткое содержание государственной итоговой аттестации: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы**

Государственная итоговая аттестация: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы проходит в 11 семестре на базе знаний, умений и навыков, полученных студентами при изучении дисциплин специальности 18.05.01

Химическая технология энергонасыщенных материалов изделий, специализация №1 «Химическая технология органических соединений азота» и прохождения практик.

Государственная итоговая аттестация: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы проводится государственной экзаменационной комиссией.

Контроль уровня сформированности компетенций обучающихся, приобретенных при освоении ООП, осуществляется путем проведения защиты выпускной квалификационной работы (ВКР) и присвоения квалификации «инженер».

#### **4. Объем государственной итоговой аттестации: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы**

Программа относится к блоку БЗ «Государственная итоговая аттестация» (БЗ. 01) и рассчитана на сосредоточенное прохождение в 11 семестре (6 курс) обучения в объеме 324 ч (9 ЗЕТ). Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области энергонасыщенных материалов и изделий.

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>9</b>	<b>324</b>	<b>243</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	-	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>9</b>	<b>324</b>	<b>243</b>
в том числе в форме практической подготовки	8	288	216
Контактная работа – итоговая аттестация	9	0,67	0,5
Выполнение, написание и оформление ВКР		323,33	242,5
<b>Вид контроля: защита ВКР</b>	<b>защита ВКР</b>		

### **5.6. Факультативы**

#### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях» (ФТД.01)**

**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-8.2, УК-8.3, УК-8.5, УК-8.6, УК-8.8, ПК-6.1.

*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 пожаровпожаров 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 ДПП-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>0,44</b>	<b>16</b>	<b>12</b>
Лекции	0,44	16	12
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>0,56</b>	<b>20</b>	<b>15</b>
Контактная самостоятельная работа	0,56	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		19,8	14,85
<b>Вид контроля:</b>	<b>зачет</b>		

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Перевод научно-технической» (ФТД.02)

**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-4.3; УК-4.4; УК-4.6; УК-4.8; УК-4.10;

*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, PerfectContinuous 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>Виды контроля:</b>						
<b>Вид контроля из УП</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>Виды контроля:</b>						
<b>Вид контроля из УП</b>			<b>Зачет</b>		<b>Зачет</b>	

## **6. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ СПЕЦИАЛИТЕТА**

### **6.1 Общесистемные требования к реализации ООП специалитета**

Университет располагает на праве собственности или ином законном основании материально-техническим обеспечением образовательной деятельности (помещениями и оборудованием) для реализации ООП специалитета.

Университет располагает на праве собственности или ином законном основании материально-техническим обеспечением образовательной деятельности (помещениями и оборудованием) для реализации программы специалитета по Блоку 1 «Дисциплины (модули)» и Блоку 3 «Государственная итоговая аттестация» в соответствии с учебным планом.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета. Электронная информационно-образовательная среда обеспечивает возможность доступа обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», как на территории университета, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

- доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), практик;
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы;
- фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения ООП специалитета;
- проведение учебных занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;
- взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействия посредством сети «Интернет».

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих. Функционирование электронной информационно-образовательной среды соответствует законодательству Российской Федерации.

Среднегодовое число публикаций научно-педагогических работников университета за период реализации ООП специалитета в расчете на 100 научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) составляет не менее 2 в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science или Scopus, или не менее 20 в журналах, индексируемых в Российском индексе научного цитирования.

### **6.2 Требования к материально-техническому обеспечению ООП специалитета**

Материально-техническая база университета соответствует действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-

исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Перечень материально-технического обеспечения включает: лекционные учебные аудитории (оборудованные видеопроеционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет), помещения для проведения семинарских и практических занятий (оборудованные учебной мебелью), библиотеку (имеющую рабочие компьютерные места для обучающихся по программе специалитета, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет), лаборатории, оснащенные современным оборудованием для выполнения научно-исследовательской работы, компьютерные классы. При использовании электронных изданий университет обеспечивает каждого обучающегося во время самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с трудоемкостью изучаемых дисциплин.

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей).

Материально-техническое обеспечение ООП специалитета включает:

#### **6.2.1 Оборудование, необходимое в образовательном процессе**

– *Оборудование для синтеза, разработки технологий получения, наработки и подготовки образцов высокоэнергетических веществ:*

Лабораторные вытяжные шкафы, лабораторная мебель, лабораторная стеклянная и фарфоровая химическая посуда, роторные испарители, лабораторные мешалки магнитные и верхнеприводные, весы электронные технические и аналитические (Ohaus, Sartorius и др.), колбонагреватели, термостаты, дистилляторы, шкафы сушильные, шкафы сушильные вакуумные, печи электрические муфельные, ультразвуковая баня, центрифуги, прессы гидравлические.

– *Оборудование для физико-химического исследования и анализа высокоэнергетических веществ и топлив, продуктов их горения и детонации:*

Спектрофотометры ИК и УФ, газовые и жидкостные хроматографы, масс-спектрометры (ВЭЖХ-МС, хроматографическая система «Милихром», ЖХМС), рН-метры, рефрактометр, оборудование для тонкослойной хроматографии (хроматоскоп), нагревательные столики типа Бозтиус для определения температуры плавления, электронный сканирующий микроскоп «Тесла BS-340».

– *Приборы и оборудование для проведения исследований специальных свойств топлив и высокоэнергетических веществ:*

- установки для определения термической стойкости, химической и термодинамической совместимости высокоэнергетических веществ, топлив и их компонентов: 1) изотермические установки с манометрами типа «Бурдон» в комплекте с термостатами, вакуумными установками, измерительными ртутными манометрами; 2) автоматическая установка исследования термической стойкости «Вулкан»; 3) ДСК/ТГА/ДТА анализатор Mettler Toledo, ДСК DTAS 1300; 4) лабораторные установки для определения температуры вспышки;

- установки для исследования процессов горения топлив и высокоэнергетических веществ: 1) установки (бомбы) постоянного давления БПД-400 с окнами для оптической регистрации процесса горения, компрессоры высокого давления, манометры, датчики давления тензометрические; высокоскоростные цифровые видеокамеры; 2) оборудование для определения распределения температуры в волне горения топлив и высокоэнергетических

веществ с помощью микротермопар, включающее установку для сварки термопар, вальцы для прокатывания термопар, набор прессинструментов для внедрения микротермопар в заряды топлив и высокоэнергетических веществ, регистрирующую аппаратуру (электронный усилитель SR570, цифровой запоминающий 12 разрядный осциллограф ACD-212, компьютер) и программное обеспечение для обработки и анализа данных;

- установка для исследования процессов детонации высокоэнергетических веществ: взрывные камеры с возможностью подрыва до 100 г. взрывчатого вещества в тротиловом эквиваленте, электромагнитная методика определения параметров детонации в комплекте с регистрирующей аппаратурой (цифровой запоминающий осциллограф, компьютер, программное обеспечение);

- установки для определения термохимических свойств высокоэнергетических веществ и топлив: 1) «бомба Бихеля» для определения продуктов и теплоты взрывчатого превращения; 2) калориметрическая бомба и калориметр В-08М для определения теплоты сгорания, энтальпии образования, теплоты взрывчатого превращения, состава продуктов взрывчатого превращения; 3) газовый хроматограф для определения состава продуктов сгорания/взрывчатого превращения;

- установки для определения чувствительности топлив и высокоэнергетических веществ к различным внешним воздействиям: копры К-44-II и К-44-I для определения чувствительности к удару; копер К-44-III для определения чувствительности к трению.

#### **6.2.2 Учебно-наглядные пособия:**

Компьютерные презентации к лекционным курсам, макеты технологических установок, макеты боеприпасов, макеты типовых средств инициирования.

#### **6.2.3 Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, в том числе программами для расчета параметров горения и детонации топлив и высокоэнергетических веществ, проекторы, экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

#### **6.2.4 Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам основной и вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; учебные фильмы к разделам дисциплин; кафедральные компьютерные базы данных по специальным свойствам топлив и высокоэнергетических веществ.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, **в том числе отечественного производства** (состав определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) **и подлежит обновлению при необходимости**).

При использовании в образовательном процессе печатных изданий, в университете сформирован библиотечный фонд, укомплектованный печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочих программах дисциплин

(модулей), программах практик, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль), проходящих соответствующую практику.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), **в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий**, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит обновлению (при необходимости).

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Для реализации основной образовательной программы подготовки по программе специалитета по специальности 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий, специализация «Химическая технология органических соединений азота» используются фонды учебной, учебно-методической, научной, периодической научно-технической литературы Информационно-библиотечного центра (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева и кафедр, участвующих в реализации программы.

Информационно-библиотечный центр РХТУ им. Д.И. Менделеева обеспечивает информационную поддержку реализации программы, содействует подготовке высококвалифицированных специалистов, совершенствованию учебного процесса, научно-исследовательской работы, способствует развитию профессиональной культуры будущего специалиста.

ИБЦ университета обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для реализации и качественного освоения обучающимися по программе специалитета образовательного процесса по всем дисциплинам, практикам и ГИА основной образовательной программы подготовки специалистов.

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ составляет 1 716 243 экз.

Фонд учебной и учебно-методической литературы укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 50 экземпляров каждого из изданий основной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин (модулей), практик, и не менее 25 экземпляров дополнительной литературы на 100 обучающихся.

Фонд дополнительной литературы включает помимо учебной литературы официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания.

Информационно-библиотечный центр обеспечивает самостоятельную работу обучающихся в читальных залах, предоставляя широкий выбор литературы по актуальным направлениям, а также обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет, к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология электронной доставки документов.

**Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения**

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ»	<p>Принадлежность – сторонняя                      Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань»                      Договор от 26.09.2020                      № 33.03-Р-3.1-2173/2020</p> <p>Сумма договора – 747 661-28</p> <p>С 26.09.2020 по 25.09.2021</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.                      Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>	<p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.</p>
2	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	<p>Принадлежность – собственная РХТУ.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a></p> <p>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера</p>	<p>Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.</p>
3	Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».	<p>Принадлежность сторонняя.                      Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ-Центр»</p> <p>Контракт от 23.11.2020                      № 84-118ЭА/2020</p> <p>Сумма договора – 887 600-04</p> <p>С 01.01.2021 по 31.12.2021</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a></p>	<p>Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД</p>



		Количество ключей – 10 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.	
4	Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ)	<p>Принадлежность – сторонняя  Реквизиты договора – ФГБУ РГБ  Договор от 23.04.2021  № 33.03-Р-2.0-23269/2021</p> <p>Сумма договора – 398 840-00</p> <p>С 23.04.2021 по 22.04.2022</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС –  <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a></p> <p>Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.</p>	<p>В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: «Экономические науки», «Юридические науки», «Педагогические науки» и «Психологические науки»; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.</p>
5	БД ВИНТИ РАН	<p>Принадлежность – сторонняя  Реквизиты договора- ВИНТИ РАН  Договор от 20.04.2021  № 33.03-Р-3.1-3273/2021</p> <p>Сумма договора - 100 000-00</p> <p>С 20.04.2021 по 19.04.2022</p> <p>Ссылка на сайт –  <a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a></p> <p>Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.</p>	<p>Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД – более 28 млн. документов</p>
6	Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»	<p>Принадлежность – сторонняя  Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека,  Договор от 21.12.2020  № 33.03-Р-3.1-3041/2020</p> <p>Сумма договора – 1 200 000-00</p> <p>С 01.01.2021 по 31.12.2021</p> <p>Ссылка на сайт –  <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p>	<p>Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.</p>

		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте НЭБ.	
7	Справочно-правовая система «Консультант+»	Принадлежность – сторонняя Контракт от 15.12 2020 № 93-133ЭА/2020  Сумма контракта 965 923-20  С 01.01.2021 по 31.12.2021  Ссылка на сайт – <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>  Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по IP-адресам.	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
8	Справочно-правовая система Гарант»	Принадлежность – сторонняя Контракт от 24.11 2020 № 85-113ЭА/2020  Сумма контракта 664 356-00  С 01.01.2021 по 31.12.2021  Ссылка на сайт – <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>  Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен	Гарант – справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
9	Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ»	Принадлежность – сторонняя «Электронное издательство ЮРАЙТ» Договор от 16.03.2021 № 33.03-Р-2.0-3196/2021  Сумма договора – 394 929-00  С 16.03.2021 по 15.03.2022  Ссылка на сайт – <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

		Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	
10	Электронно-библиотечная система «Консультант студента»	Принадлежность – сторонняя ООО «Политехресурс» Договор от 16.03.2021 № 33.03-Р-2.0-3196/2021  Сумма договора – 138 100-00  С 16.03.2021 по 15.03.2022  Ссылка на сайт – <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a>  Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».
11	Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»	Принадлежность – сторонняя ООО «ЗНАНИУМ», Договор от 06.04.2021 № 5137 эбс /33.03-Р-3.1-3274/2021  Сумма договора – 30 000-00  С 06.04.2021 по 05.04.2022  Ссылка на сайт – <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a>  Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.
12	Информационно-аналитическая система Science Index	Принадлежность – сторонняя ООО «Научная электронная библиотека»  Договор от 26.02.2021	Систематизация, корректировка профилей ученых РХТУ и университета в целом. Анализ публикационной активности сотрудников университета.

		<p>№ SIO-364/2021/ 33.03-Л-3.1-3184/2021</p> <p>Сумма договора – 108 000-00</p> <p>С 17.03.2021 по 19.03.2022</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ.</p>	
13	Издательство Wiley	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 622</p> <p>С 01.01.2021 по 31.12.2021</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ после индивидуальной регистрации.</p>	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.
14	QUESTEL ORBIT	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 621</p> <p>С 01.01.2021 по 31.12.2021</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://orbit.com">https://orbit.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p>	ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.
15	База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier	<p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 15.06.2021 № 633</p>	Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу

		<p>С 01.01.2021 по 31.12.2021</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://www.reaxys.com/">https://www.reaxys.com/</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p> <p>Удаленный доступ (<a href="https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/elsevier_instructions.pdf">https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/elsevier_instructions.pdf</a>)</p>	<p>химических реакций с функцией построения плана синтеза.</p> <p>Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.</p>
16	Ресурсы международной компании Clarivate Analytics	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 15.06.2021 № 632</p> <p>С 01.01.2021 по 31.12.2021</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=">http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p> <p>Удаленный доступ (<a href="https://clarivate.ru/blog/2020_03_web_of_science_remote_access">https://clarivate.ru/blog/2020_03_web_of_science_remote_access</a>).</p>	<p>Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.</p>
17	Издательство The Cambridge Crystallographic Data Centre (Кембриджский центр структурных данных)	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.05.2021 № 527</p> <p>С 01.01.2021 по 31.12.2021</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/">https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам.</p>	<p>База данных Кембриджского центра структурных данных (Cambridge Crystallographic Data Centre) – CSD Enterprise содержит данные о кристаллических, органических и элементоорганических соединениях. CSD предоставляет широкий спектр вариантов поиска кристаллических структур: по названию, химической формуле, элементному составу, литературному источнику, деталям эксперимента, фрагменту структуры.</p>

18	Коллекции издательства Elsevier на платформе ScienceDirect	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 620</p> <p>С 01.01.2021 по 31.12.2021</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP- адресам. Удаленный доступ (<a href="https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/elsevier_instructions.pdf">https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/elsevier_instructions.pdf</a>).</p>	<p>«Freedom Collection» – полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов.</p> <p>«Freedom Collection eBook collection» – содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук.</p> <p>Доступ к архивам 2015-2019 гг.</p>
19	Scopus	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 619</p> <p>С 01.01.2021 по 31.12.2021</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>.</p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP- адресам неограничен. Удаленный доступ (<a href="https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/elsevier_instructions.pdf">https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/elsevier_instructions.pdf</a>).</p>	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER
20	ProQuest Dissertation and Theses Global	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 28.06.2021 № 688</p> <p>С 01.01.2021 по 31.12.2021</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://search.proquest.com/dissertations?accountid=30373">http://search.proquest.com/dissertations?accountid=30373</a></p> <p>Количество ключей - доступ для</p>	База данных ProQuest Dissertation & Theses Global (PQDT Global) авторитетная коллекция из более 5 млн. зарубежных диссертаций, более 2,5 млн. из которых представлены в полном тексте.

		<p>пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ (<a href="https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/proquest_instructions.pdf">https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/proquest_instructions.pdf</a>)</p>	
--	--	---	--

### 6.3 Требования к кадровым условиям реализации ООП специалитета

Реализация ООП специалитета обеспечивается педагогическими работниками университета, а также лицами, привлекаемыми к реализации ООП специалитета на иных условиях.

Квалификация педагогических работников университета соответствует квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках и (или) профессиональных стандартах.

Не менее 60 процентов численности педагогических работников университета, участвующих в реализации ООП специалитета, и лиц, привлекаемых университетом к реализации ООП специалитета на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), ведут научную, учебно-методическую и (или) практическую работу, соответствующую профилю преподаваемой дисциплины (модулю).

Не менее 5 процентов численности педагогических работников университета, участвующих в реализации ООП специалитета, и лиц, привлекаемых университетом к реализации ООП специалитета на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), являются руководителями и (или) работниками иных организаций, осуществляющими трудовую деятельность в профессиональной сфере, соответствующей профессиональной деятельности, к которой готовятся выпускники (имеют стаж работы в данной профессиональной сфере не менее 3 лет).

Не менее 60 процентов численности педагогических работников университета и лиц, привлекаемых к образовательной деятельности университетом на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), имеют ученую степень (в том числе ученую степень, полученную в иностранном государстве и признаваемую в Российской Федерации) и (или) ученое звание (в том числе ученое звание, полученное в иностранном государстве и признаваемое в Российской Федерации).

Общее руководство научным содержанием ООП специалитета осуществляется научно-педагогическим работником университета, имеющим ученую степень (в том числе ученую степень, присвоенную за рубежом и признаваемую в Российской Федерации), осуществляющим самостоятельные научно-исследовательские (творческие) проекты (участвующим в осуществлении таких проектов) по специальности, имеющим ежегодные публикации по результатам указанной научно-исследовательской (творческой) деятельности в ведущих отечественных и (или) зарубежных рецензируемых научных журналах и изданиях, а также осуществляющим ежегодную апробацию результатов указанной научно-исследовательской (творческой) деятельности на национальных и международных конференциях.

### 6.4 Требования к финансовым условиям реализации ООП специалитета

Финансовое обеспечение реализации ООП специалитета осуществляется в объеме не ниже значений базовых нормативных затрат на оказание государственных услуг по реализации образовательных программ высшего образования – программ специалитета и

значений корректирующих коэффициентов к базовым нормативам затрат, определяемых Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

### **6.5 Требования к применяемым механизмам оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по ООП специалитета**

Качество образовательной деятельности и подготовки обучающихся ООП специалитета определяется в рамках системы внутренней оценки, а также системы внешней оценки, в которой университет принимает участие на добровольной основе.

В целях совершенствования ООП специалитета при проведении регулярной внутренней оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по ООП специалитета привлекает работодателей и (или) их объединения, иных юридических и (или) физических лиц, включая педагогических работников университета.

В рамках внутренней системы оценки качества образовательной деятельности по ООП специалитета обучающимся предоставляется возможность оценивания условий, содержания, организации и качества образовательного процесса в целом и отдельных дисциплин (модулей) и практик.

Внешняя оценка качества образовательной деятельности по программе специалитета в рамках процедуры государственной аккредитации осуществляется с целью подтверждения соответствия образовательной деятельности по программе специалитета требованиям ФГОС ВО.

Внешняя оценка качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по ООП специалитета может осуществляться в рамках профессионально-общественной аккредитации, проводимой работодателями, их объединениями, а также уполномоченными ими организациями, в том числе иностранными организациями, либо авторизованными национальными профессионально-общественными организациями, входящими в международные структуры, с целью признания качества и уровня подготовки выпускников отвечающими требованиям профессиональных стандартов (при наличии) и (или) требованиям рынка труда к специалистам соответствующего профиля.

## **7. НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ОБУЧАЮЩИМИСЯ ПРОГРАММЫ СПЕЦИАЛИТЕТА**

В соответствии с ФГОС ВО 3++ по специальности 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий оценка качества освоения обучающимися ООП специалитета включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию и ГИА обучающихся.

Нормативно-методическое обеспечение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и ГИА обучающихся по ООП специалитета осуществляется в соответствии с ФГОС ВО 3++ и локальными нормативными актами университета.

*Текущий контроль, промежуточная аттестация и аттестационные испытания итоговой (государственной итоговой) аттестации выпускников ООП специалитета*

Текущий контроль и промежуточная аттестация по всем видам учебной деятельности обучающихся осуществляется в соответствии с требованиями Положения о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятого решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.02.2020, протокол № 8, введенного в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 20.03.2020 № 27 Од..



Текущий контроль успеваемости обучающихся обеспечивает оценку уровня освоения дисциплин, прохождения практик, выполнения ВКР и проводится преподавателем на любом из видов учебных занятий. **Обязательной составляющей текущего контроля успеваемости является учет преподавателями посещаемости учебных занятий обучающимися.** По результатам текущего контроля успеваемости три раза в семестр для всех курсов по всем дисциплинам проводится аттестация обучающихся.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзаменов, зачетов с оценкой и зачетов для всех курсов по дисциплинам и практикам, предусмотренным учебным планом специальности 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий. Результаты сдачи зачетов оцениваются на «зачтено», «не зачтено»; зачетов с оценкой и экзаменов – на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

При освоении настоящей ООП специалитета изучение части дисциплин может быть заменено на онлайн-курсы, при условии, что в результате освоения онлайн-курса формируются те же компетенции (части компетенций), что и в рамках указанных дисциплин. Онлайн-курс должен быть выбран и реализован в соответствии с Положением о зачете результатов освоения открытых онлайн-курсов, реализуемых образовательными организациями, в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятого решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020, протокол № 9, введенного в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020 № 29 Од.

ГИА осуществляется в соответствии с требованиями Положения о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятого решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенного в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А; Положения о выпускной квалификационной работе для обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятого решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенного в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А.

К ГИА допускаются обучающиеся, не имеющие академической задолженности и в полном объеме выполнившие учебный план по ООП специалитета в соответствии с ФГОС ВО 3++ по специальности 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий. Для проведения ГИА в университете ежегодно формируются государственные экзаменационные комиссии (ГЭК) и апелляционные комиссии. Темы ВКР отражают актуальные проблемы, связанные со специальностью 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий. Университет утверждает перечень тем выпускных квалификационных работ, предлагаемых обучающимся (далее – перечень тем), и доводит его до сведения обучающихся не позднее чем за 6 месяцев до даты начала государственной итоговой аттестации.

Тема ВКР персонально для каждого обучающегося утверждается приказом проректора по университету перед началом выполнения выпускной квалификационной работы. Данным приказом утверждается также руководитель ВКР. Перед началом выполнения ВКР обучающийся совместно с руководителем составляет индивидуальный план подготовки и выполнения ВКР, предусматривающий очередность и сроки выполнения отдельных частей работы. Текст пояснительной записки ВКР проверяется на наличие неправомерных заимствований. Проверка осуществляется в соответствии с Положением о порядке проверки выпускных квалификационных работ и научных докладов об основных результатах подготовленных научно-квалификационных работ (диссертаций) на объем заимствования и

их размещения в электронно-библиотечной системе РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А.

Защита ВКР проводится на открытых заседаниях ГЭК с участием не менее двух третей ее состава. График защиты ВКР составляется по согласованию с обучающимися и доводится до сведения обучающихся не позднее, чем за 30 дней до начала работы ГЭК. Результаты работы ГЭК определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и объявляются в тот же день после оформления в установленном порядке протоколов заседаний комиссий. По окончании работы председатель ГЭК составляет отчет о проделанной работе.

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ГИА проводится с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

## **8. РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИН, ПРАКТИК И ГИА**

Рабочие программы дисциплин, практик и ГИА (перечисление дисциплин, практик и ГИА из учебного плана):

1. Иностранный язык
2. История
3. Философия
4. Правоведение
5. Экология
6. Экономика и управление производством
7. Безопасность жизнедеятельности
8. Математика
9. Информатика
10. Физика
11. Общая и неорганическая химия
12. Органическая химия
13. Физическая химия
14. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа
15. Коллоидная химия
16. Вычислительная математика
17. Инженерная графика
18. Компьютерная графика
19. Механика
20. Материаловедение и защита от коррозии
21. Электротехника и промышленная электроника
22. Процессы и аппараты химической технологии
23. Общая химическая технология
24. Системы управления химико-технологическими процессами
25. Химические процессы и реакторы
26. Моделирование химико-технологических процессов
27. Физическая культура и спорт
28. Химия энергонасыщенных соединений
29. Химическая физика энергонасыщенных материалов
30. Химическая технология бризантных ЭНС

31. Химия и технология инициирующих и быстрогорящих взрывчатых веществ
32. Химия гетероциклических соединений азота
33. Технология смесевых ЭНС
34. Проектирование и оборудование производств ЭНС и изделий
35. Информационные технологии в химии энергонасыщенных материалов
36. Техническая термодинамика и теплотехника
37. Проектирование деталей машин и аппаратов в технологии органических соединений азота
38. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии
39. Теория, свойства и применение ЭНС и изделий
40. Исходные продукты для ЭНС
41. Основы технологий ЭНМ и изделий
42. Основы технологической безопасности производства энергонасыщенных материалов и изделий
43. Учебная научно-исследовательская работа
44. Научно-исследовательский практикум
45. Культурология
46. Менеджмент
47. Современные физико-химические методы анализа энергонасыщенных материалов
48. Основы квантовой химии органических соединений азота
49. Основы технического регулирования и метрологии
50. Механические процессы и аппараты в технологии органических соединений азота
51. Элективные дисциплины по физической культуре и спорту
52. Социология
53. Конфликтология
54. Социально-психологические основы развития личности
55. Инженерная психология
56. Проблемы устойчивого развития
57. Анализ техногенного риска
58. Учебная практика: Ознакомительная практика
59. Производственная практика: Технологическая практика
60. Производственная практика: Преддипломная практика
61. Государственная итоговая аттестация: Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
62. Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях
63. Перевод научно-технической литературы

входящих в ООП по специальности 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий, специализация «Химическая технология органических соединений азота», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

## **9. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ И ГИА ОБУЧАЮЩИХСЯ ООП СПЕЦИАЛИТЕТА**

В соответствии с ФГОС ВО 3++ по специальности 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям ООП специалитета разработаны ФОС по

каждой дисциплине, практике, ГИА, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты, вопросы к зачетам и экзаменам, средства и методы оценки, позволяющие оценить знания, умения, навыки и уровень приобретенных компетенций.

ФОС по дисциплинам, практикам, ГИА разрабатываются в соответствии с Порядком разработки и утверждения образовательных программ, утвержденным решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.06.2020, протокол № 12, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 29.06.2020 № 48-ОД.

ФОС по дисциплинам, практикам и ГИА (перечень дисциплин, практик и ГИА из учебного плана):

1. Иностранный язык
2. История
3. Философия
4. Правоведение
5. Экология
6. Экономика и управление производством
7. Безопасность жизнедеятельности
8. Математика
9. Информатика
10. Физика
11. Общая и неорганическая химия
12. Органическая химия
13. Физическая химия
14. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа
15. Коллоидная химия
16. Вычислительная математика
17. Инженерная графика
18. Компьютерная графика
19. Механика
20. Материаловедение и защита от коррозии
21. Электротехника и промышленная электроника
22. Процессы и аппараты химической технологии
23. Общая химическая технология
24. Системы управления химико-технологическими процессами
25. Химические процессы и реакторы
26. Моделирование химико-технологических процессов
27. Физическая культура и спорт
28. Химия энергонасыщенных соединений
29. Химическая физика энергонасыщенных материалов
30. Химическая технология бризантных ЭНС
31. Химия и технология инициирующих и быстрогорящих взрывчатых веществ
32. Химия гетероциклических соединений азота
33. Технология смесевых ЭНС
34. Проектирование и оборудование производств ЭНС и изделий
35. Информационные технологии в химии энергонасыщенных материалов
36. Техническая термодинамика и теплотехника
37. Проектирование деталей машин и аппаратов в технологии органических соединений азота
38. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии

39. Теория, свойства и применение ЭНС и изделий
40. Исходные продукты для ЭНС
41. Основы технологий ЭНМ и изделий
42. Основы технологической безопасности производства энергонасыщенных материалов и изделий
43. Учебная научно-исследовательская работа
44. Научно-исследовательский практикум
45. Культурология
46. Менеджмент
47. Современные физико-химические методы анализа энергонасыщенных материалов
48. Основы квантовой химии органических соединений азота
49. Основы технического регулирования и метрологии
50. Механические процессы и аппараты в технологии органических соединений азота
51. Элективные дисциплины по физической культуре и спорту
52. Социология
53. Конфликтология
54. Социально-психологические основы развития личности
55. Инженерная психология
56. Проблемы устойчивого развития
57. Анализ техногенного риска
58. Учебная практика: Ознакомительная практика
59. Производственная практика: Технологическая практика
60. Производственная практика: Преддипломная практика
61. Государственная итоговая аттестация: Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
62. Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях
63. Перевод научно-технической литературы

входящих в ООП по специальности 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий, специализация «Химическая технология органических соединений азота», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНАМ, ПРАКТИКАМ И ГИА**

Методические материалы по дисциплинам, практикам и ГИА (перечень дисциплин, практик и ГИА из учебного плана):

1. Иностранный язык
2. История
3. Философия
4. Правоведение
5. Экология
6. Экономика и управление производством
7. Безопасность жизнедеятельности
8. Математика
9. Информатика
10. Физика
11. Общая и неорганическая химия

12. Органическая химия
13. Физическая химия
14. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа
15. Коллоидная химия
16. Вычислительная математика
17. Инженерная графика
18. Компьютерная графика
19. Механика
20. Материаловедение и защита от коррозии
21. Электротехника и промышленная электроника
22. Процессы и аппараты химической технологии
23. Общая химическая технология
24. Системы управления химико-технологическими процессами
25. Химические процессы и реакторы
26. Моделирование химико-технологических процессов
27. Физическая культура и спорт
28. Химия энергонасыщенных соединений
29. Химическая физика энергонасыщенных материалов
30. Химическая технология бризантных ЭНС
31. Химия и технология инициирующих и быстрогорящих взрывчатых веществ
32. Химия гетероциклических соединений азота
33. Технология смесевых ЭНС
34. Проектирование и оборудование производств ЭНС и изделий
35. Информационные технологии в химии энергонасыщенных материалов
36. Техническая термодинамика и теплотехника
37. Проектирование деталей машин и аппаратов в технологии органических соединений азота
38. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии
39. Теория, свойства и применение ЭНС и изделий
40. Исходные продукты для ЭНС
41. Основы технологий ЭНМ и изделий
42. Основы технологической безопасности производства энергонасыщенных материалов и изделий
43. Учебная научно-исследовательская работа
44. Научно-исследовательский практикум
45. Культурология
46. Менеджмент
47. Современные физико-химические методы анализа энергонасыщенных материалов
48. Основы квантовой химии органических соединений азота
49. Основы технического регулирования и метрологии
50. Механические процессы и аппараты в технологии органических соединений азота
51. Элективные дисциплины по физической культуре и спорту
52. Социология
53. Конфликтология
54. Социально-психологические основы развития личности
55. Инженерная психология
56. Проблемы устойчивого развития
57. Анализ техногенного риска
58. Учебная практика: Ознакомительная практика

59. Производственная практика: Технологическая практика
60. Производственная практика: Преддипломная практика
61. Государственная итоговая аттестация: Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
62. Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях
63. Перевод научно-технической литературы

входящих в ООП по 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий, специализация «Химическая технология органических соединений азота», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

## **11. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ВОСПИТАНИЯ**

Рабочая программа воспитания, входящая в ООП по специальности 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий, специализация «Химическая технология органических соединений азота», выполнена в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью данной ООП.

## **12. КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Календарный план воспитательной работы, входящий в ООП по специальности 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий, специализация «Химическая технология органических соединений азота», выполнен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью данной ООП.