

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

РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА



**УТВЕРЖДАЮ**

И.о. проректора по УМР

Н.А. Макаров  
(И.О. Фамилия)

20 19 г.

**ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ – ПРОГРАММА БАКАЛАВРИАТА**

по направлению подготовки

**18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,  
нефтехимии и биотехнологии**

(Код и наименование направления подготовки)

**Профиль:**

**«Энергоресурсосберегающие химические производства»**

(Наименование профиля подготовки)

форма обучения:

**очная**

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация: **Бакалавр**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«31» мая 2019 г.

Протокол № 11

Москва, 2019

Разработчики основной образовательной программы (ООП) бакалавров:

Академик РАН, д.т.н., профессор В.П. Мешалкин

Д.ф.-м.н., профессор О.Б. Бутусов

Д.э.н., профессор А.Ю. Белозерский

ООП бакалавров по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, профиль «Энергоресурсосберегающие химические производства» обсуждена и одобрена на заседании кафедры логистики и экономической информатики (ЛогЭКИ) протокол №11 от «28» 05 2019 г.

Заведующий кафедрой ЛогЭКИ  
академик РАН, д.т.н., проф.

Согласовано:  
Начальник Учебного управления

ООП бакалавриата по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, профиль «Энергоресурсосберегающие химические производства» рассмотрена и утверждена на заседании Ученого совета Факультета инженерной химии: протокол №10 от «26» 06 2019 г.

СОГЛАСОВАНО  
Представители учреждений-работодателей

СОГЛАСОВАНО

Представители учреждений – работодателей:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт общей и неорганической химии имени Н.С. Курнакова РАН.

директор, д.х.н., член корр. РАН

В.К. Иванов

Федеральное государственное унитарное предприятие  
НИЦ «Курчатовский институт»- ИРЕА

директор, к.т.н.

О.А. Жданович

ООО "САБ"( при УРАЛХИМ)

Генеральный директор

С.А. Балко

АО Институт региональных экономических исследований

Директор, д.э.н., профессор

П.И. Бурак

Вице-президент Российского Союза Химиков

М.С. Иванова

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**Основная профессиональная образовательная программа высшего образования – программа подготовки бакалавров (далее – программа бакалавриата, ООП бакалавриата),** реализуемая в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» по направлению подготовки высшего образования 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, профиль «Энергоресурсосберегающие химические производства», представляет собой комплекс основных характеристик образования, организационно-педагогических условий, форм аттестации, который представлен в виде общей характеристики программы бакалавриата, учебного плана, календарного учебного графика, рабочих программ дисциплин, программ практик, оценочных средств, методических материалов.

**1.2. Нормативные документы для разработки программы бакалавриата по направлению подготовки составляют:**

- Федеральный закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Минобрнауки России от 12.03.2015 № 227 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (уровень бакалавриата)» (далее ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (уровень бакалавриата));
- 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».

### 1.3. Общая характеристика программы бакалавриата

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

Получение образования по программе бакалавриата допускается только в образовательной организации высшего образования.

Обучение по программе бакалавриата в организации осуществляется в очной форме обучения.

Объем программы бакалавриата составляет 240 зачетных единиц (далее – з.е.), вне зависимости от формы обучения, применяемых образовательных технологий, реализации программы бакалавриата с использованием сетевой формы, реализации программы бакалавриата по индивидуальному учебному плану, в том числе ускоренному обучению.

**Срок получения образования по программе бакалавриата** по направлению подготовки **18.03.02** Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, профиль «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика»:

в очной форме обучения, включая каникулы, предоставляемые после прохождения государственной итоговой аттестации, вне зависимости от применяемых образовательных технологий, составляет 4 года. Объем программы бакалавриата в очной форме обучения, реализуемый за один учебный год, составляет 60 з.е.;



при обучении по индивидуальному учебному плану, вне зависимости от формы обучения, составляет не более срока получения образования, установленного для соответствующей формы обучения, а при обучении по индивидуальному плану лиц с ограниченными возможностями здоровья может быть увеличен по их желанию не более чем на 1 год по сравнению со сроком получения образования для соответствующей формы обучения. Объем программы бакалавриата за один учебный год при обучении по индивидуальному плану вне зависимости от формы обучения не может составлять более 75 з.е.

Конкретный срок получения образования и объем программы бакалавриата, реализуемый за один учебный год, в очно-заочной или заочной формах обучения, а также по индивидуальному плану определяются организацией самостоятельно в пределах сроков, установленных настоящим пунктом.

При реализации программы бакалавриата организация вправе применять электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение и дистанционные образовательные технологии должны предусматривать возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация программы бакалавриата возможна с использованием сетевой формы.

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

**Структура образовательной программы бакалавриата** включает обязательную (базовую) часть и часть, формируемую участниками образовательных отношений (вариативную). Это обеспечивает возможность реализации программ бакалавриата, имеющих различную направленность (профиль) образования в рамках одного направления подготовки (далее – направленность (профиль) программы).

*Программа бакалавриата состоит из следующих блоков:*

Блок 1 «Дисциплины (модули)», который включает дисциплины (модули), относящиеся к базовой части программы, и дисциплины (модули), относящиеся к ее вариативной части – 216 з.е.

Блок 2 «Практики» который в полном объеме относится к вариативной части программы – 18 з.е.

Блок 3 «Государственная итоговая аттестация», который в полном объеме относится к базовой части программы – 6 з.е.

Структура программы бакалавриата

Таблица

Структура программы бакалавриата		Объем программы бакалавриата в зачетных единицах
Блок 1	Дисциплины (модули)	216
	Базовая часть	106
	Вариативная часть	110
Блок 2	Практики	18
	Вариативная часть	18
Блок 3	Государственная итоговая аттестация	6
	Базовая часть	6
Объем программы бакалавриата		240

Дисциплины (модули), относящиеся к базовой части программы бакалавриата, являются обязательными для освоения обучающимся вне зависимости от направленности

(профиля) программы бакалавриата, которую он осваивает. Набор дисциплин (модулей), относящихся к базовой части программы бакалавриата, организация определяет самостоятельно в объеме, установленном настоящим ФГОС ВО, с учетом соответствующей (соответствующих) примерной (примерных) основной (основных) образовательной (образовательных) программы (программ).

Дисциплины (модули) по философии, истории, иностранному языку, безопасности жизнедеятельности реализуются в рамках базовой части Блока 1 "Дисциплины (модули)" программы бакалавриата. Объем, содержание и порядок реализации указанных дисциплин (модулей) определяются организацией самостоятельно.

Дисциплины (модули) по физической культуре и спорту реализуются в рамках:

базовой части Блока 1 "Дисциплины (модули)" программы бакалавриата в объеме не менее 72 академических часов (2 зачетные единицы) в очной форме обучения;

элективных дисциплин (модулей) в объеме не менее 328 академических часов. Указанные академические часы являются обязательными для освоения и в зачетные единицы не переводятся.

Дисциплины (модули) по физической культуре и спорту реализуются в порядке, установленном организацией. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья организация устанавливает особый порядок освоения дисциплин (модулей) по физической культуре и спорту с учетом состояния их здоровья.

Дисциплины (модули), относящиеся к вариативной части программы бакалавриата, и практики определяют направленность (профиль) программы бакалавриата. Набор дисциплин (модулей), относящихся к вариативной части программы бакалавриата, и практик организация определяет самостоятельно в объеме, установленном настоящим ФГОС ВО. После выбора обучающимся направленности (профиля) программы, набор соответствующих дисциплин (модулей) и практик становится обязательным для освоения обучающимся.

В Блок 2 "Практики" входят учебная и производственная, в том числе преддипломная, практики.

Типы учебной практики:

практика по получению первичных профессиональных умений и навыков.

Способы проведения учебной практики:

стационарная; выездная.

Типы производственной практики:

практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности;

научно-исследовательская работа.

Способы проведения производственной практики:

стационарная;

выездная.

Преддипломная практика проводится для выполнения выпускной квалификационной работы и является обязательной.

При разработке программ бакалавриата организация выбирает типы практик в зависимости от вида (видов) деятельности, на который (которые) ориентирована программа бакалавриата. Организация вправе предусмотреть в программе бакалавриата иные типы практик дополнительно к установленным настоящим ФГОС ВО.

Учебная и (или) производственная практики могут проводиться в структурных подразделениях организации.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья выбор мест прохождения практик должен учитывать состояние здоровья и требования по доступности.

В Блок 3 "Государственная итоговая аттестация" входит защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру

защиты, а также подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (если организация включила государственный экзамен в состав государственной итоговой аттестации).

Программы бакалавриата, содержащие сведения, составляющие государственную тайну, разрабатываются и реализуются с соблюдением требований, предусмотренных законодательством Российской Федерации и нормативными правовыми актами в области защиты государственной тайны.

Реализация части (частей) образовательной программы и государственной итоговой аттестации, содержащей научно-техническую информацию, подлежащую экспортному контролю, и в рамках которой (которых) до обучающихся доводятся сведения ограниченного доступа, и (или) в учебных целях используются секретные образцы вооружения, военной техники, их комплектующие изделия, не допускается с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

При разработке программы бакалавриата обучающимся обеспечивается возможность освоения дисциплин (модулей) по выбору, в том числе специальные условия инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья, в объеме не менее 30 процентов объема вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)".

Количество часов, отведенных на занятия лекционного типа в целом по Блоку 1 "Дисциплины (модули)" должно составлять не более 40 процентов от общего количества часов аудиторных занятий, отведенных на реализацию данного Блока.

#### **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 бакалавриата на соответствующий учебный год.

## **2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ, ОСВОИВШИХ ПРОГРАММУ БАКАЛАВРИАТА**

### **2.1. Область профессиональной деятельности выпускника**

Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата по профилю «Энергоресурсосберегающие химические производства» по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, включает: создание, внедрение и эксплуатацию энерго- и ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий в производствах основных неорганических веществ, продуктов основного и тонкого органического синтеза, полимерных материалов, продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива, микробиологического синтеза, лекарственных препаратов и пищевых продуктов, разработку методов обращения с промышленными и бытовыми отходами и сырьевыми ресурсами.

### **2.2. Объекты профессиональной деятельности выпускника**

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, являются:

- процессы и аппараты химической технологии, нефтехимии и биотехнологии;
- промышленные установки, включая системы автоматизированного управления;
- системы автоматизированного проектирования; автоматизированные системы научных исследований;
- сооружения очистки сточных вод и газовых выбросов, переработки отходов, утилизации теплоэнергетических потоков и вторичных материалов;
- методы и средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от антропогенного воздействия;

- системы искусственного интеллекта в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии;
- действующие многоассортиментные производства химической и смежных отраслей промышленности.

### **2.3. Виды профессиональной деятельности выпускника**

Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники, освоившие программу бакалавриата: организационно-управленческая и научно-исследовательская. Основным видом деятельности является научно-исследовательская.

#### ***организационно-управленческая деятельность:***

- составление технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на материалы, оборудование), а также установленной отчетности по утвержденным формам;
- организация работы малого коллектива в условиях действующего производства;
- подготовка исходных данных для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе комплексного анализа экономической эффективности, энерго- и ресурсосбережения, экологической безопасности производства;
- участие в проведении организационно-плановых расчетов по созданию (реорганизации) производственных процессов;
- участие в реализации новых технологических процессов;
- разработка оперативных планов работы производственных подразделений, оценка результатов их деятельности и анализ затрат;
- планирование и выполнение мероприятий по предупреждению производственного травматизма, профессиональных заболеваний и экологических нарушений, а также анализ и предупреждение аварийных ситуаций;

#### ***научно-исследовательская деятельность:***

- изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- планирование и проведение экспериментальных исследований по энерго- и ресурсосбережению, обеспечению экологической безопасности при реализации технологического процесса и анализ их результатов;
- математическое моделирование технологических процессов с использованием стандартных пакетов автоматизированного расчета и проектирования;
- систематизация данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, составление отчета по выполненному заданию, участие во внедрении результатов исследований и разработок;
- участие в разработке систем управления процессами.
- участие в проведении мероприятий по защите объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок как коммерческой тайны предприятия.
- разработка и внедрение информационных систем, баз данных, баз знаний.

## **3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА**

3.1. В результате освоения программы бакалавриата у выпускника должны быть сформированы общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

3.2. Выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать следующими **общекультурными компетенциями:**

способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);

способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2);



способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-3);

способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-4);

способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);

способностью работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6);

способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-8);

способностью использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9).

3.3. Выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать следующими **общефессиональными компетенциями:**

способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-1);

способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

способностью использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3).

3.4. Выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать **профессиональными компетенциями**, соответствующими видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа бакалавриата:

***организационно-управленческая деятельность:***

способностью анализировать технологический процесс как объект управления (ПК - 9);

способностью проводить стоимостную оценку основных производственных ресурсов (ПК-10);

способностью организовывать работу исполнителей, находить и принимать управленческие решения в области организации труда и осуществлении природоохранных мероприятий (ПК-11);

способностью систематизировать и обобщать информацию по формированию и использованию ресурсов предприятия (ПК-12);

***научно-исследовательская деятельность:***

готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13);

способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ПК-14);

способностью планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-15);

способностью моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности (ПК-16)

## **4. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММ БАКАЛАВРИАТА**

### **4.1 Общая характеристика образовательной деятельности**

Образовательная деятельность по программе бакалавриата предусматривает:

- проведение учебных занятий по дисциплинам (модулям) в форме лекций, семинарских занятий, консультаций, лабораторных работ, иных форм обучения, предусмотренных учебным планом;
- проведение практик;
- проведение научных исследований в соответствии с направленностью программы бакалавриата;
- проведение контроля качества освоения программы бакалавриата посредством текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся, государственной итоговой аттестации обучающихся.

#### **4.2. Учебный план подготовки бакалавров**

Учебный план подготовки бакалавров разработан в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.03.2015 № 227.

В учебном плане отображена логическая последовательность освоения циклов и разделов ООП (дисциплин, практик), обеспечивающих формирование компетенций. Указана общая трудоемкость дисциплин, модулей, практик в зачетных единицах, а также их общая и аудиторная трудоемкость в часах.

Учебный план подготовки бакалавра по направлению 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии профиль «Энергоресурсосберегающие химические производства» прилагается.

#### **4.3. Календарный учебный график**

Последовательность реализации программы бакалавриата по годам и семестрам (включая теоретическое обучение, практики, научные исследования, промежуточные и государственную итоговую аттестации, каникулы) приводится в календарном учебном графике (приложение – рабочий учебный план).

#### **4.4. Аннотации рабочих программ дисциплин**

##### **4.4.1. Дисциплины обязательной части (базовая часть)**

##### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Иностранный язык» (Б1. Б.1)**

**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 по программе бакалавриата должен:**

Обладать следующими общекультурными (ОК) компетенциями:

- способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5).

**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 имени Д.И. Менделеева**

**2.1.4. Наука и научные методы, научные статьи**

**2.1.5. Современные инженерные технологии:**

**2.1.5.1. Основные процессы химических производств**

**2.1.5.2. Проблемы химической кибернетики**

**2.1.5.3. Охрана окружающей среды**

**2.1.5.4. Рациональное использование природных ресурсов**

**2.1.5.5. Рациональное использование энергетических ресурсов**

**2.1.5.6. Машины и аппараты химических производств**

**2.1.5.7. Энерго- и ресурсосберегающие химические производства**

**2.1.5.8. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа**

- 2.1.5.9. Процессы и аппараты химической технологии
- 2.1.5.10. Системы управления химико-технологическими процессами
- 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. Менделеев, 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

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	8	288
Контактная работа (КР):	2.2	80
Лекции учебным планом не предусмотрены	-	-
Практические занятия (ПЗ)	2.2	80
Самостоятельная работа (СР):	4.8	172
Упражнения по соответствующим разделам дисциплины	4.8	171,8
Контактная самостоятельная работа		0.2
Вид контроля: зачет / <u>экзамен</u>	<u>экзамен</u> 1	<u>экзамен</u> 36
Подготовка к экзамену		35.6
Контактная аттестация		0.4

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	8	216
Контактная работа (КР):	2.2	60
Лекции учебным планом не предусмотрены	-	-
Практические занятия (ПЗ)	2.2	60
Самостоятельная работа (СР):	4.8	129
Упражнения по соответствующим разделам дисциплины	4.8	128.85
Контактная самостоятельная работа		0.15
Вид контроля: зачет / <u>экзамен</u>	1	<u>экзамен</u> 27
Подготовка к экзамену		26.7
Контактная аттестация		0.3

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Философия» (Б1.Б2)

**1. Цели и задачи дисциплины** 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 по программе бакалавриата должен:**

*Обладать* следующими *общекультурными* компетенциями:

- способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1).

В результате освоения курса философии студент должен:

**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, аргументированно отстаивать свою позицию по значимым философским проблемам современной жизни, 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.

#### **Модуль 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.

#### **Модуль 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.

#### **Модуль 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.

#### **Модуль 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.

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



Научное и внеаучное 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 дисциплины и виды учебной работы

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа (КР)</b>	<b>4/3</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	8/9	32
Практические занятия (ПЗ)	4/9	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>8/3</b>	96
<b>Вид контроля: экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Подготовка к экзамену		35.6
Контактная аттестация		0.4

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа (КР)</b>	<b>4/3</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	8/9	24
Практические занятия (ПЗ)	4/9	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>8/3</b>	72
<b>Вид контроля: экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Подготовка к экзамену		26.7
Контактная аттестация		0.3

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «История» (Б1.Б3)

**1. Цель дисциплины:** формирование у студентов комплексного представления о роли и месте истории в системе гуманитарных и социальных наук, культурно-историческом своеобразии России, ее месте во всемирно-историческом процессе, об особенностях и основных этапах её исторического развития; введение студентов в круг исторических проблем, связанных с областью будущей профессиональной деятельности.

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

*Обладать* следующими *общекультурными* компетенциями:

- способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2);
- способностью работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6).

**Знать:**

- основные направления, проблемы и методы исторической науки;

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

**Уметь:**

- соотносить общие исторические процессы и отдельные факты; выявлять существенные черты исторических процессов, явлений и событий; анализировать социально-значимые проблемы;

- формулировать и аргументировано отстаивать собственную позицию по различным проблемам истории.

**Владеть:**

- представлениями об истории как науке, ее месте в системе гуманитарного знания;

- представлениями об основных этапах в истории человечества и их хронологии;

- категориально-понятийным аппаратом изучаемой дисциплины;

- навыками анализа исторических источников.

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

**Модуль 1. История в системе социально-гуманитарных наук. Основы методологии исторической науки. Особенности становления государственности в России.**

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.

Начало российской государственности. Киевская Русь. Этнокультурные и социально-политические процессы становления российской государственности. Принятие христианства. Русские земли в XII – начале XVI вв. Образование Российского государства, его историческое значение. Россия в середине XVI – XVII вв.

**Модуль 2. Российская империя в XVIII- начале XX в.**

Российское государство в XVIII веке – веке модернизации и просвещения. Реформы Петра I как первая попытка модернизации страны, её особенности. Формирование Российской империи. Основные направления «европеизации» страны. Эволюция социальной структуры общества. Дальнейшее расширение границ Российской империи. Россия в XIX столетии. Промышленный переворот в Европе и России: общее и особенное. Важнейшие условия перехода России к индустриальному обществу – решение крестьянского вопроса и ограничение самодержавия. Длительность, непоследовательность, цикличность процесса буржуазного реформирования. Роль субъективного фактора в преодолении отставания. Реформы XIX века, их значение. Общественные движения в XIX веке.

Россия в начале XX века (1900 – 1917гг.). Особенности социально-экономического развития России в начале XX века. Объективная потребность индустриальной модернизации России. Соотношение политических сил в России в начале XX века. Нарастание кризиса самодержавия. Первая российская революция. Образование политических партий. Государственная дума начала XX века как первый опыт российского парламентаризма. Столыпинская аграрная реформа. Первая мировая война и участие в ней России. Февральская революция 1917г. и коренные изменения в политической жизни страны.

**Модуль 3. От советского государства к современной России.**

Формирование и сущность советского строя (1917-1991гг.). Подготовка и победа Октябрьского вооруженного восстания в Петрограде. II Всероссийский съезд Советов и его решения. Экономическая и социальная политика большевиков. Гражданская война и иностранная интервенция. Судьба и значение НЭПа. Утверждение однопартийной политической системы. Образование СССР. Политическая борьба в партии и государстве.

СССР в годы первых пятилеток (конец 20-х гг. – 30-е гг.). Формирование режима личной власти Сталина и командно-административной системы управления государством. Внешняя политика СССР в 20-30-е гг. СССР во второй мировой и Великой Отечественной войне. Изменение соотношения сил в мире после второй мировой войны. Начало «холодной войны». Трудности послевоенного развития СССР. Ужесточение политического режима и идеологического контроля. Попытки обновления «государственного социализма». XX съезд КПСС и осуждение культа личности Сталина. «Оттепель» в духовной сфере. Экономические реформы середины 60-х годов, причины их незавершенности. 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. «Перестройка»: сущность, цели, задачи, основные этапы, результаты. Распад СССР. Образование СНГ.

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

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,9	32
Практические занятия (ПЗ)	0,4	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>60</b>
Подготовка к контрольным работам	0,3	10
Реферат / эссе	0,6	20
Самостоятельное изучение дисциплины	0,8	30
<b>Вид контроля: экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Подготовка к экзамену		<b>35.6</b>
Контактная аттестация		<b>0.4</b>
Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0,9	24
Практические занятия (ПЗ)	0,4	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>45</b>
Подготовка к контрольным работам	0,3	7,5
Реферат, эссе	0,6	15
Самостоятельное изучение дисциплины	0,8	22,5
<b>Вид контроля: экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Подготовка к экзамену		26.7
Контактная аттестация		0.3

Аннотация рабочей программы дисциплины «Физическая культура и спорт»  
(Б1.Б.4.)

**1 Цель дисциплины** - овладение методологией научного познания физической культуры и спорта; системой практических умений и навыков, обеспечивающих совершенствование психофизических способностей; развитие способностей использовать разнообразные формы физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления своего здоровья и здоровья своих близких в повседневной жизни и профессиональной деятельности; формирование мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, физическому совершенствованию и самовоспитанию, установка на здоровый образ жизни.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:**

*Обладать* следующими общекультурными (ОК) компетенциями:

- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-8).

**Знать:**

- научно-практические основы физической культуры и спорта;
- социально-биологические основы физической культуры и спорта;
- 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, иметь представление о значимых спортивных событиях не только своей страны, но и мирового уровня; важнейшие достижения в области спорта;
- спортивные традиции МХТИ-РХТУ им. Д.И. Менделеева, помнить о подвигах спортсменов в годы Великой отечественной войны 1941-1945 гг.

**Уметь:**

- самостоятельно заниматься физической культурой и спортом;
- осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности;
- осуществлять творческое сотрудничество в коллективных формах занятий физической культурой и спортом.

**Владеть:**

- средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования;
- должным уровнем физической подготовленности, необходимым для качественного усвоения профессиональных умений и навыков в процессе обучения в вузе, для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности после окончания учебного заведения.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

Дисциплина (модули) по «Физической культуре и спорту» реализуются в рамках базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» программы бакалавриата в объеме 72 акад. часов или 54 астр. ч. (2 зачетные единицы) при *очной форме обучения*.

Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение двух семестров (первого и шестого).

#### **Разделы дисциплины и виды занятий**

Модуль	Название модуля	Всего, акад.	Часов			
			Лек	МПЗ	ППФП	КР

		часах				
1.	Предмет «Физическая культура и спорт». История ФКиС	18	2	6	9	1
2	Основы здорового образа жизни (ЗОЖ)	18	2	6	9	1
3	Биологические основы физической культуры и спорта	18	2	6	9	1
4	Профессионально-прикладная физическая культура и спорт	18	2	6	9	1
	<b>Всего часов</b>	<b>72</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>36</b>	<b>4</b>

Модуль	Название модуля	Всего, астр. часов	Часов			
			Лек	МПЗ	ППФП	КР
1.	Предмет «Физическая культура и спорт». История ФКиС	13,5	1,5	4,5	6,75	0,75
2	Основы здорового образа жизни (ЗОЖ)	13,5	1,5	4,5	6,75	0,75
3	Биологические основы физической культуры и спорта	13,5	1,5	4,5	6,75	0,75
4	Профессионально-прикладная физическая культура и спорт	13,5	1,5	4,5	6,75	0,75
	<b>Всего часов</b>	<b>54</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	<b>27</b>	<b>3</b>

**Каждый модуль программы имеет структуру:**

- лекции или теоретический раздел;
- практический раздел, состоит из: методико-практических занятий (МПЗ) и учебно-тренировочных занятий (профессионально-прикладная физическая подготовка, ППФП);
- контрольный раздел (КР).

**Теоретический раздел** формирует систему научно-практических и специальных знаний, необходимых для понимания природных и социальных процессов функционирования физической культуры общества и личности, умения их адаптивного творческого использования для личностного и профессионального развития; самосовершенствования, организации здорового образа жизни при выполнении учебной, профессиональной и социокультурной деятельности.

**Методико-практические занятия** предусматривают освоение основных методов и способов формирования учебных, профессиональных и жизненных умений и навыков средствами физической культуры и спорта.

На методико-практических занятиях уделяется внимание:

- основным проблемам спортивной тренировки;
- влиянию физических упражнений на формирование профессиональных качеств будущего специалиста и личности занимающегося;
- воздействию средств физического воспитания на основные физиологические системы и звенья опорно-двигательного аппарата занимающегося;
- вопросам проведения соревнований (правила соревнований, система розыгрышей, определение победителей, оборудование и инвентарь).

**Профессионально-прикладная подготовка** проводится с учетом будущей профессиональной деятельности студента.

Учебно-тренировочные занятия базируются на широком использовании теоретических знаний и методических умений, на применении разнообразных средств физической культуры, спортивной и профессионально-прикладной физической подготовки студентов.

**Контрольный раздел.** Критерием успешности освоения учебного материала является оценка преподавателя, учитывающая *регулярность посещения обязательных учебных занятий*, знаний теоретического раздела программы и выполнение установленных на данный семестр контрольных тестов общей физической и теоретической подготовки для отдельных групп различной спортивной направленности, входит в практические занятия.

#### 4 Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах	I семестр	VI семестр
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2,0</b>	<b>72</b>	<b>1,0</b> з.ед. <b>36</b> час.	<b>1,0</b> з.ед. <b>36</b> час.
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>2,0</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0,2	8	4	4
Практические занятия (ПЗ)	1,8	64	32	32
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах	I семестр	VI семестр
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2,0</b>	<b>54</b>	<b>1,0</b> з.ед. <b>27</b> час.	<b>1,0</b> з.ед. <b>27</b> час.
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>2,0</b>	<b>54</b>	<b>27</b>	<b>27</b>
Лекции (Лек)	0,2	6	3	3
Практические занятия (ПЗ)	1,8	48	24	24
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Математика» (Б1.Б5)

##### 1. Цели и задачи дисциплины

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

##### 2. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение курса математики при подготовке бакалавров по направлению 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии способствует приобретению следующих компетенций:

способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2).

**В результате изучения дисциплины студент должен:**

**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.

**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.

**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.

**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 Лопиталья (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.

**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

**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.

**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.

**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

**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.

**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.

### 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.

### 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. Знакопередающиеся 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.

### Заключение.

Использование математических методов в практической деятельности.

### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	Всего		1 семестр	2 семестр	3 семестр
	зач. ед./ ак. час	зач. ед./ ак. час	зач. ед./ ак. час	зач. ед./ ак. час	зач. ед./ ак. час
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>15/540</b>		<b>5/180</b>	<b>4/144</b>	<b>6/216</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>5,3/192</b>		<b>1,77/64</b>	<b>1,77/64</b>	<b>1,77/64</b>
Лекции (Лек)	2,65/96		0,88/32	0,88/32	0,88/32
Практические занятия (ПЗ)	2,65/96		0,88/32	0,88/32	0,88/32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>7,7/276</b>		<b>2,23/80</b>	<b>2,23/80</b>	<b>3,24/116</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	<b>7,7</b>	275.8	<b>80</b>	79.8	<b>116</b>
Контактная самостоятельная работа			-	0.2	-
<b>Вид контроля: экзамен/зачет</b>	<b>2/72</b>		<b>Экзамен-1/36</b>	<b>Зачет</b>	<b>Экзамен-1/36</b>
Подготовка к экзамену			35.6	-	35.6
Контактная аттестация			0.4	-	0.4

Виды учебной работы	Всего		1 семестр	2 семестр	3 семестр
	зач. ед./ астр. час	зач. ед./ астр. час	зач. ед./ астр. час	зач. ед./ астр. час	зач. ед./ астр. час

<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>15/405</b>	<b>5/135</b>	<b>4/108</b>	<b>6/162</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>5,3/144</b>	<b>1,77/48</b>	<b>1,77/48</b>	<b>1,77/48</b>
Лекции (Лек)	2,65/72	0,88/24	0,88/24	0,88/24
Практические занятия (ПЗ)	2,65/72	0,88/24	0,88/24	0,88/24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>7,7/207</b>	<b>2,23/60</b>	<b>2,23/60</b>	<b>3,24/87</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	206.85	60	59.85	87
Контактная самостоятельная работа	<b>0.15</b>	-	0.15	-
<b>Вид контроля: экзамен/зачет</b>	<b>2/54</b>	<b>Экзамен-1/27</b>	<b>Зачет</b>	<b>Экзамен-1/27</b>
Подготовка к экзамену		26.7	-	26.7
Контактная аттестация		0.3	-	0.3

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Информатика» (Б1.Б6)

**1. Цель дисциплины** – формирование у студентов умений и практических навыков работы в качестве пользователей персональных компьютеров, разработки алгоритмов решения задач, программирования на алгоритмическом языке, используя среду программирования, применения численных методов для решения математических задач, работы с программными средствами и использования Интернет-технологий.

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

**обладать следующими общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:**

способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-1);

**Знать:**

- технические и программные средства реализации информационных технологий;
- основные алгоритмы типовых численных методов решения математических задач;

- язык программирования;

- структуру локальных и глобальных компьютерных сетей.

**Уметь:**

- работать в качестве пользователя персонального компьютера;
- использовать численные методы для решения математических задач;
- использовать язык и систему программирования для решения профессиональных задач;

- работать с программными средствами.

**Владеть:**

- методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях;

- техническими и программными средствами защиты информации при работе с компьютерными системами.

**3. Краткое содержание дисциплины:**

**Введение.** Предмет и задачи информатики. Краткие исторические сведения. Описание основных разделов курса. Структура курса и правила рейтинговой системы.

**Модуль 1. Аппаратное и программное обеспечение персональных компьютеров.**

Виды классификации компьютеров. Кодирование информации. Аппаратно-техническое обеспечение. Архитектура современных персональных компьютеров. Функции операционных систем. Обеспечение интерфейса пользователя. Автоматический запуск. Организация и обслуживание файловой структуры. Управление установкой, исполнением и удалением приложений. Управление аппаратно-программными интерфейсами компьютера. Основные средства обслуживания компьютера.

Операционная система Windows. Особенности работы в офисных приложениях Word, Excel, Access.

**Модуль 2. Алгоритмы и элементарное программирование.**

Типы алгоритмов. Модульный принцип построения алгоритмов и программ. Базовые алгоритмические конструкции (следование, ветвление, повторение).

Языки программирования высокого уровня. Классификация, структура и способы описания языков программирования. Элементы языка. Переменные. Типы переменных. Арифметические и логические операции. Приоритеты операций. Приведение типов.

Управляющие структуры языка. Условный оператор (полный и неполный). Операторы цикла. Операторы прерывания.

Массивы. Формат описания массива. Одномерные и многомерные массивы. Строки.

Программирование типовых алгоритмов вычислений. Организация цикла с несколькими одновременно изменяющимися параметрами. Вычисление суммы и произведения. Нахождение наибольшего и наименьшего значений. Использование вложенных циклов.

Функции. Определение функции. Варианты функций. Обращение к функции. Передача аргументов в функцию.

Структуры. Правила описания структуры. Обращение к полям структурной величины. Примеры использования структур.

Файловый тип данных. Файловый ввод/вывод информации.

**Модуль 3. Численные методы.**

Методы решения нелинейных алгебраических уравнений. Алгоритмы методов: половинного деления, простых итераций, касательных (Ньютона), хорд.

Методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Алгоритм метода Гаусса. Алгоритм итерационного метода Гаусса-Зейделя.

**Модуль 4. Интернет-технологии.**

Компьютерные сети. Основные понятия компьютерных сетей. Структура локальных и глобальных компьютерных сетей.

Интернет. Основные понятия. Протоколы. Службы Интернета. Методы поиска и обмена информацией в глобальных сетях. Программное обеспечение для работы в Интернете. Виды доступа к Интернету. Основы информационной безопасности. Защита от удаленного администрирования, компьютерных вирусов. Симметричное, несимметричное шифрование информации. Электронная цифровая подпись.

**4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	В зачётных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)		
Лабораторные занятия (ЛЗ)	1,33	48

<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,67</b>	<b>60</b>
<b>Вид контроля: зачёт / экзамен</b>	<b>-</b>	<b>Зачёт</b>

Виды учебной работы	В зачётных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,33</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)		
Лабораторные занятия (ЛЗ)	1,33	36
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,67</b>	<b>45</b>
<b>Вид контроля: зачёт / экзамен</b>	<b>-</b>	<b>Зачёт</b>

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Физика» (Б.1 Б.7)**

#### **1. Цели и задачи дисциплины**

**Целью дисциплины** является приобретение студентами знаний по основным разделам физики и умению применять их в других естественнонаучных дисциплинах.

**Основными задачами дисциплины**, решение которых обеспечивает достижение цели, являются: формирование представлений об основных физических законах природы и методах теоретических исследований различных физических явлений, а также дать представления о современных экспериментальных методах исследования.

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

**обладать следующими общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:**

Способность использовать основные законы физики в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. (ОПК-2);

Способность использовать естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы. (ОПК-3).

**В результате изучения дисциплины студент должен:**

**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:**

**Введение**

Предмет физики. Методы физического исследования: опыт, гипотеза, эксперимент, теория.

**Раздел 1. Физические основы механики.**

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

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

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

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

**Раздел 2. Основы молекулярной физики.**

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

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

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

**Раздел 3. Электростатика и постоянный электрический ток.**

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

**Раздел 4. Электромагнетизм.**

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

4.2. Магнетики. Электромагнитная индукция. Уравнение Максвелла.

**Раздел 5. Оптика.**

5.1. Интерференция волн. Дифракция волн. Поляризация волн.

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

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

**Раздел 6. Элементы квантовой физики.**

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

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

**4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	Всего	2 семестр	3 семестр
	зач. ед./ ак. час	зач. ед./ ак. час	зач. ед./ ак. час

<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>10/360</b>	<b>3,95/144</b>	<b>6,05/216</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>3,6/128</b>	<b>1,35/48</b>	<b>2,25/80</b>
Лекции (Лек)	1,35/48	0,45/16	0,9/32
Лабораторные занятия (Лаб)	0,9/32	0,45/16	0,45/16
Практические занятия (ПЗ)	1,35/48	0,45/16	0,9/32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>4,4/160</b>	<b>1,6/60</b>	<b>2,8/100</b>
<b>Вид контроля: экзамен/зачет</b>	<b>2/72</b>	<b>Экзамен-1/36</b>	<b>Экзамен-1/36</b>

Виды учебной работы	Всего	2 семестр	3 семестр
	зач. ед./ астр. час	зач. ед./ астр. час	зач. ед./ астр. час
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>10/270</b>	<b>3,95/108</b>	<b>6,05/162</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>3,6/96</b>	<b>1,35/36</b>	<b>2,25/60</b>
Лекции (Лек)	1,35/36	0,45/12	0,9/24
Лабораторные занятия (Лаб)	0,9/24	0,45/12	0,45/12
Практические занятия (ПЗ)	1,35/36	0,45/12	0,9/24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>4,4/120</b>	<b>1,6/45</b>	<b>2,8/75</b>
<b>Вид контроля: экзамен/зачет</b>	<b>2/54</b>	<b>Экзамен-1/27</b>	<b>Экзамен-1/27</b>

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Общая и неорганическая химия» (Б1.Б8)

#### 1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины состоит в приобретении знаний и компетенций, формировании современных представлений в области теоретических основ химии и химии элементов. Опираясь на полученные в средней школе химические знания, программа предусматривает дальнейшее углубление знаний в области общей и неорганической химии.

#### 2. В результате изучения дисциплины студент должен:

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);
- способностью использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3).

В результате изучения дисциплины студент должен:

#### **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;
- химические свойства элементов различных групп периодической системы и их важнейших соединений;

**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 свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов;
- экспериментальными методами определения некоторых физико-химических свойств неорганических соединений.

**3. Краткое содержание дисциплины:**

Строение атомов и периодический закон.

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

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

Химическая связь и строение молекул.

Ковалентная связь, основные положения метода валентных связей. Рассмотрение схем перекрывания атомных орбиталей при образовании связей в молекулах. Основные положения метода молекулярных орбиталей (МО ЛКАО). 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.

Энергетика реакций и химическое равновесие.

Понятие о химической термодинамике, термодинамические функции состояния (характеристические функции). Химическое равновесие. Истинное и кажущееся равновесия. Константа химического равновесия. Электрохимические процессы, понятие об электродных потенциалах. Электродвижущая сила окислительно-восстановительных реакций и критерий самопроизвольного протекания процессов.

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.

Скорость реакций и катализ.

Понятие о химической кинетике. 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.

Химия s- и 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. Природные соединения, получение и применение.

Химия d- и 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	
	В зач. ед.	В акад. часах	В зач. ед.	В акад. часах	В зач. ед.	В акад. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>12</b>	<b>432</b>	<b>7</b>	<b>252</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>4,44</b>	<b>160</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>	<b>1,77</b>	<b>64</b>
Лекции (Лек)	1,78	64	0,89	32	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	0,89	32		
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	64	0,89	32	0,89	32
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>5,56</b>	<b>200</b>	<b>3,33</b>	<b>120</b>	<b>2,23</b>	<b>80</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	5,56	200	3,33	120	2,23	80
<b>Вид контроля: экзамен</b>		<b>72</b>		<b>36</b>		<b>36</b>
Подготовка к экзамену	<b>2</b>	71.2	<b>1</b>	35.6	<b>1</b>	35.6
Контактная аттестация		0.8		0.4		0.4

Виды учебной работы	Всего		1 семестр		2 семестр	
	В зач. ед.	В астр. часах	В зач. ед.	В астр. часах	В зач. ед.	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>12</b>	<b>324</b>	<b>7</b>	<b>189</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>4,44</b>	<b>120</b>	<b>2,67</b>	<b>72</b>	<b>1,77</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	1,78	48	0,89	24	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	42	0,89	24		
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	48	0,89	24	0,89	24
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>5,56</b>	<b>150</b>	<b>3,33</b>	<b>90</b>	<b>2,23</b>	<b>60</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	5,56	150	3,33	90	2,23	60
<b>Вид контроля: экзамен</b>		<b>54</b>		<b>27</b>		<b>27</b>
Подготовка к экзамену	<b>2</b>		<b>1</b>	26.7	<b>1</b>	26.7
Контактная аттестация				0.3		0.3

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Органическая химия» (Б1.Б9)

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

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

*Обладать* следующими общекультурными (ОК) и общепрофессиональными компетенциями (ОПК):

- способностью работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6);
- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);
- способностью использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3).

#### **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**

Номенклатура органических соединений. Теория химического строения и насыщенные углеводороды (УВ). Природа ковалентной связи. Формулы Льюиса. Формальный заряд. Эффекты заместителей. Промежуточные соединения и частицы органических реакциях. Энергетическая диаграмма реакции. Механизм реакции. Стереизомерия, ее виды и обозначения.

Алифатические соединения. Насыщенные и ненасыщенные УВ. Алканы, циклоалканы, алкены, алкины, полиены (диены). В каждом классе рассматриваются следующие разделы: изомерия, номенклатура, физические и химические свойства, способы получения. Механизмы реакций. Энергетическая диаграмма реакций.

Ароматические соединения. Теории ароматичности. Соединения бензольного ряда. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Химические свойства. Влияние заместителей в бензольном кольце на направление и скорость реакций электрофильного замещения.

### **4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Объем	
	В зачетных	В академических

	единицах	часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1.3</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0.4	16
Практические занятия (ПЗ)	0.9	32
Лабораторные занятия (ЛЗ)	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>		<b>60</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	<b>1.7</b>	58.8
Контактная самостоятельная работа		0.2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>

Вид учебной работы	Объем	
	В зачетных единицах	В астрономических часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1.3</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0.4	12
Практические занятия (ПЗ)	0.9	24
Лабораторные занятия (ЛЗ)	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1.7</b>	<b>45</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		<b>44.85</b>
Контактная самостоятельная работа		<b>0.15</b>
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Физическая химия» (Б1.Б.10)

#### 1. Цели и задачи дисциплины

**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.

#### 2. В результате изучения курса «Физической химии» студент должен:

**Обладать** следующими *общепрофессиональными компетенциями* (ОПК):

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК- 2);
- способностью использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3).

#### **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;
- условия установления фазовых равновесий в одно- и многокомпонентных системах, возможности разделения сложных систем на составляющие компоненты;



– термодинамическое описание свойств идеальных и неидеальных растворов, подходы к нахождению парциальных молярных величин компонентов раствора.

**Уметь:**

- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии при решении профессиональных задач;
- проводить термодинамические расчеты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы;
- предсказывать и находить оптимальные условия проведения химического процесса с целью получения максимально возможного выхода интересующего продукта;
- представлять данные лабораторного исследования в графической форме и на основе полученных зависимостей определять соответствующие термодинамические и кинетические характеристики химической системы и химического процесса;
- 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;
- приемами обработки полученных опытных данных для выявления и установления взаимосвязей между термодинамическими свойствами и физическими параметрами процесса;
- знаниями основных законов физической химии для содержательной интерпретации термодинамических расчётов;

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

**Химическая термодинамика.** 1-ый и 2-ой законы термодинамики, постулат Планка. Взаимосвязь теплоты, работы и изменения внутренней энергии в процессах с участием идеального газа. Теплоёмкость твёрдых. Жидких и газообразных веществ. Термохимия. Вычисление тепловых эффектов химических реакций, процессов фазовых переходов, растворения и других физико-химических процессов. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца как критерии направления химического процесса. Расчёт абсолютной энтропии. Химическое равновесие. Константа химического равновесия и методы её расчёта и экспериментального определения. Равновесный выход продукта, влияние давления, температуры, примеси инертного газа на равновесный выход. Уравнения изотермы и изобары Вант-Гоффа. Статистическая термодинамика. Расчёт термодинамических функций на базе представлений о сумме по состояниям.

**Фазовые равновесия в однокомпонентных системах.** Фазовые переходы и фазовая диаграмма состояния для однокомпонентных систем. Тройная точка. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Определение термодинамических функций процесса фазового перехода. Критическая температура.

**Термодинамическая теория растворов.** Классификация растворов. Способы выражения состава раствора. Парциальные молярные величины. Уравнения Гиббса-Дюгема. Идеальные растворы. Термодинамические функции смешения для идеальных растворов, закон Рауля. Предельно-разбавленные растворы, закон Генри. Неидеальные растворы, положительные и отрицательные отклонения от закона Рауля. Термодинамическое описание неидеальных растворов, активность, коэффициент активности. Коллигативные свойства растворов нелетучих веществ в летучем растворителе. Криоскопия, эбуллиоскопия. Осмос, осмотическое давление.

**Фазовые равновесия в многокомпонентных системах.** Диаграммы «давление-состав», «температура-состав», «состав пара-состав жидкости» для идеальных и неидеальных растворов. Законы Гиббса-Коновалова, Азеотропия. Физико-химические основы разделения жидких смесей, ректификация. Физико-химический и термический анализ. Различные типы диаграмм плавкости. Эвтектика. Правило фаз и правило рычага.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	в зачетных единицах	в академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5,0</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>
Лекции (Лек)	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен (36)</b>
Подготовка к экзамену	<b>1</b>	<b>35.6</b>
Контактная аттестация		<b>0.4</b>

Виды учебной работы	в зачетных единицах	в астрон. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5,0</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>экзамен (1,0)</b>	<b>экзамен (27)</b>
Подготовка к экзамену	<b>1</b>	<b>26.7</b>
Контактная аттестация		<b>0.3</b>

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Коллоидная химия» (Б1.Б.11)

**1. Цель дисциплины** – ознакомление студентов с основами термодинамики поверхностных явлений, способами получения и важнейшими свойствами дисперсных систем.

Основными задачами дисциплины являются: рассмотрение особенностей поверхностных слоев, их термодинамических свойств, адгезии, смачивания, адсорбции, электрических явлений на поверхности; изучение кинетических свойств дисперсных систем, агрегативной и седиментационной устойчивости, кинетики коагуляции, структурообразования и структурно-механических свойств дисперсных систем.

#### **2. В результате изучения дисциплины студент должен**

**Обладать** следующими *общепрофессиональными компетенциями* (ОПК):

- способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

- способность использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3).

### **Знать:**

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 методы получения дисперсных систем;

основные свойства дисперсных систем (электроповерхностные свойства; кинетические и оптические свойства; свойства растворов коллоидных поверхностно-активных веществ);

основные понятия и соотношения теорий агрегативной устойчивости и коагуляции лиофобных дисперсных систем;

основные закономерности структурообразования и реологические свойства дисперсных систем;

### **Уметь:**

проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений и расчеты основных характеристик дисперсных систем;

### **Владеть:**

методами измерения поверхностного натяжения, краевого угла, величины адсорбции и удельной поверхности, вязкости, критической концентрации мицеллообразования, электрокинетического потенциала; методами проведения дисперсионного анализа, синтеза дисперсных систем и оценки их агрегативной устойчивости.

## **3. Краткое содержание дисциплины**

Модуль 1. Предмет и признаки объектов коллоидной химии

Коллоидная химия - наука о поверхностных явлениях и дисперсных системах. Основные признаки дисперсных систем - гетерогенность и дисперсность; поверхностная энергия; количественные характеристики дисперсности. Классификация дисперсных систем.

### ***Модуль 2. Термодинамика поверхностных явлений***

Общая характеристика поверхностной энергии. Поверхностное натяжение. Уравнение Гиббса-Гельмгольца для внутренней удельной поверхностной энергии (полной поверхностной энергии).

Метод избытков Гиббса. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса. Частное выражение уравнения Гиббса. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества.

Адгезия и когезия. Уравнение Дюпре для работы адгезии. Смачивание, закон Юнга. Уравнение Дюпре-Юнга. Растекание жидкостей, коэффициент растекания по Гаркинсу. Эффект Марангони, правило Антонова.

Правило фаз Гиббса и дисперсность. Влияние кривизны поверхности на внутреннее давление тел (уравнение Лапласа). Капиллярные явления. Уравнение Кельвина. Влияние дисперсности на растворимость, константу равновесия химической реакции, температуру фазового перехода.

Методы получения дисперсных систем. Уравнение Ребиндера для работы диспергирования. Эффект Ребиндера. Гомогенная и гетерогенная конденсация. Энергия Гиббса образования зародыша новой фазы. Кинетика образования новой фазы.

### ***Модуль 3. Адсорбционные равновесия***

Природа адсорбционных сил. Адсорбция газов и паров на однородной поверхности. Закон Генри. Модель и уравнение Ленгмюра. Теория полимолекулярной адсорбции Брунауэра, Эммета, Теллера (БЭТ). Определение удельной поверхности методом БЭТ.

Адсорбция газов и паров на пористых материалах. Классификация пор по Дубинину. Теория капиллярной конденсации. Расчет интегральной и дифференциальной кривых распределения объема пор по размерам.

Адсорбция на микропористых материалах. Потенциальная теория Поляни. Характеристическая кривая адсорбции. Обобщенное уравнение теории Дубинина объемного заполнения микропор, уравнение Дубинина - Радужкевича.

Адсорбция поверхностно-активных веществ. Правило Дюкло - Траубе. Зависимость поверхностного натяжения от состава раствора. Уравнение Шишковского. Уравнения состояния газообразных поверхностных (адсорбционных) пленок. Весы Ленгмюра.

#### ***Модуль 4. Электрические явления на поверхности***

Механизмы образования двойного электрического слоя (ДЭС). Уравнения Липпмана. Электрокапиллярные кривые. Теории строения ДЭС. Решение уравнения Пуассона-Больцмана для диффузной части ДЭС. ДЭС по теории Штерна, перезарядка поверхности.

Электрокинетические явления, электрокинетический потенциал. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского для электроосмоса и электрофореза.

#### ***Модуль 5. Кинетические свойства дисперсных систем***

Связь скорости осаждения частиц с их размером. Условия соблюдения закона Стокса. Седиментационный анализ полидисперсных систем. Кривые распределения частиц по размерам. Природа броуновского движения. Закон Эйнштейна - Смолуховского. Следствия из теории броуновского движения. Седиментационно-диффузионное равновесие, гипсометрический закон.

#### ***Модуль 6. Агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем***

Седиментационная и агрегативная устойчивости систем. Лиофильные и лиофобные системы. Критерий лиофильности по Ребиндеру-Щукину. Лиофильные дисперсные системы. Классификация поверхностно-активных веществ. Термодинамика и механизм мицеллообразования. Строение мицелл ПАВ. Солюбилизация. Критическая концентрация мицеллообразования, методы ее определения.

Лиофобные дисперсные системы. Факторы устойчивости лиофобных систем. Быстрая и медленная коагуляция. Кинетика коагуляции по Смолуховскому. Зависимость числа частиц разного порядка от времени. Основные положения теории Дерягина, Ландау, Фервея, Овербека (ДЛФО). Расклинивающее давление и его составляющие. Общее уравнение для энергии взаимодействия дисперсных частиц. Потенциальные кривые взаимодействия частиц. Нейтрализационная и концентрационная коагуляция. Правило Шульце-Гарди.

***Модуль 7.*** Структурообразование и структурно-механические свойства дисперсных систем. Типы структур, образующихся в дисперсных системах. Взаимосвязь между видом потенциальной кривой взаимодействия частиц (по теории ДЛФО) и типом возникающих структур. Коагуляционно-тиксотропные и конденсационно-кристаллизационные структуры. Реологический метод исследования дисперсных систем. Основные понятия и идеальные законы реологии. Моделирование реологических свойств тел. Классификация дисперсных систем по структурно-механическим свойствам. Вязкость жидких агрегативно устойчивых дисперсных систем. Уравнения Эйнштейна, Штаудингера, Марка - Хаувинка. Реологические свойства структурированных жидкообразных и твердообразных систем.

## **4. Объем учебной дисциплины**

<b>Виды учебной работы</b>	<b>Объем</b>
----------------------------	--------------

	<b>В зачетных единицах</b>	<b>В академических часах</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>
Лекции (Лек)	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,89	32
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,22	80
<b>Вид контроля: экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Подготовка к экзамену		35.6
Контактная аттестация		0.4

<b>Виды учебной работы</b>	<b>Объем</b>	
	<b>В зачетных единицах</b>	<b>В астроном. часах</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,89	24
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,22	60
<b>Вид контроля: экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Подготовка к экзамену		26.7
Контактная аттестация		0.3

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» (Б1.Б12)**

#### **1. Цели и задачи дисциплины**

Цель дисциплины: приобретение обучающимися знаний по основным группам методов химического анализа, наиболее широко применяемых в промышленности и исследовательской работе, а также компетенций, необходимых химикам-технологам всех специальностей для решения конкретных задач химического анализа.

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

овладеть следующими общепрофессиональными компетенциями (ОПК):

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);
- способностью использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3).

#### **Знать:**

основные понятия, термины, методы и приемы качественного и количественного химического анализа, теорию химических и физико-химических методов анализа, принципы работы основных приборов в физико-химических методах;

**Уметь:**

применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач; владеть: пониманием целей и алгоритмов химического анализа, способами решения аналитических задач, оценкой возможностей каждого метода анализа, основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа;

**Владеть:**

пониманием целей и алгоритмов химического анализа, способами решения аналитических задач, оценкой возможностей каждого метода анализа, основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа;

*иметь представление* о единой логике химического анализа, о многообразии методов химического анализа и о контроле качества результатов количественного химического анализа.

**3. Краткое содержание дисциплины:****Введение.**

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. Задачи и объекты химического анализа. Элементный, фазовый, функциональный (структурный) анализ. Количественный и качественный анализ органических и неорганических веществ. Основные требования, предъявляемые к методам химического анализа. Пути повышения избирательности аналитических реакций. Групповые, общие, частные реакции. Аналитическая форма и аналитические признаки. Современные физико-химические методы идентификации элементов и соединений.

Методы количественного анализа. Принципы и задачи количественного анализа. Краткая классификация методов. Требования к реакциям. Этапы анализа. Определение веществ. Расчетные формулы. Способы представления результатов количественного анализа. Примеры применения статистических методов оценки результатов анализа. Случайные систематические погрешности, правильность и воспроизводимость результатов анализа, избирательность, скорость и экономичность методов анализа. 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. Аналитико-метрологическая характеристика титриметрических методов. Типы реакций, используемых в титриметрическом анализе; требования, предъявляемые к ним. Классификация титриметрических методов анализа. Прямые и косвенные способы титрования. Сущность метода кислотно-основного титрования. Кривые кислотно-основного титрования. Способы идентификации конечной точки титрования. Кислотно-основные индикаторы. Использование комплексообразования в химическом анализе. Аналитические возможности метода комплексонометрического титрования. Методы окислительно-восстановительного титрования.

Электрохимические методы анализа. Классификация ЭХМА. Используемые химические и электрохимические реакции, требования, предъявляемые к этим реакциям. Возможности ЭХМА. Кондуктометрия. Общая характеристика метода. Удельная и эквивалентная электропроводность растворов. Подвижности ионов. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Кривые титрования. Примеры определений. Высокочастотное титрование. Особенности метода. Принципиальная схема установки. Используемые индуктивные и емкостные ячейки. Формы кривых высокочастотного титрования. Примеры определений. Потенциометрия. Сущность

метода. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Классификация ионоселективных электродов. Основные характеристики ионоселективных электродов различных типов. Причины, обуславливающие избирательность электродов. Методы определения коэффициентов селективности, верхнего и нижнего предела обнаружения. Угловой коэффициент электродной функции. Методы количественных определений и условия их применения. Прямая потенциометрия (рН-метрия, ионометрия). Вольтамперометрические методы анализа. Классическая полярография, основы метода. Принципиальная схема полярографической установки. Используемые электроды. Полярограммы. Уравнение Ильковича. Уравнение полярографической волны. Потенциал полуволны. Выбор и назначение полярографического фона. Качественный полярографический анализ. Количественный анализ. Современные направления развития вольтамперометрии. Области использования. Амперометрическое титрование. Общая характеристика метода. Выбор условий амперометрических измерений. Кривые титрования. Кулонометрический метод анализа. Классификация методов кулонометрии. Объединенный закон Фарадея. Выход по току. Поляризационные кривые. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование Особенности методов. Кулонометрия при контролируемом потенциале и при контролируемом токе. Выбор потенциала рабочего электрода. Кулонометрическое титрование. Выбор тока электролиза. Электрогравиметрический анализ. Общая характеристика метода. Процессы, протекающие при электролизе. Выбор электродов. Условия электроосаждения.

Оптические методы анализа. Получение химико-аналитической информации при взаимодействии электромагнитного излучения с веществом. Классификация спектральных методов анализа. Атомная и молекулярная спектроскопия. Абсорбционные и эмиссионные методы анализа. Атомно-эмиссионный спектральный анализ Виды плазм. Спектральные приборы и способы регистрации спектра (визуальный, фотографический и фотоэлектрический). Качественный анализ. Количественные методы анализа. Атомно-эмиссионная фотометрия пламени. Анионный и катионный эффекты. Атомно-абсорбционная спектрофотометрия. Общая характеристика метода. Блок-схема прибора. Источники монохроматического излучения. Сравнение аналитических характеристик методов атомной абсорбции и атомной эмиссии. Молекулярная спектроскопия. Спектрофотометрический анализ. Методы оптической молекулярной спектроскопии. Поглощение электромагнитного вида изотермы распределения. Методы идентификации веществ на бумажной хроматограмме. Количественный анализ в методе бумажной хроматографии. Ионообменная хроматография. Сущность метода. Требования, предъявляемые к реакциям ионного обмена. Особенности ионообменной хроматографии. Коэффициент селективности. Выбор оптимальных условий ионообменного разделения веществ. Гель-хроматография. Подвижная и неподвижная фазы. Общее уравнение, описывающее процесс гель-хроматографии. Сорбенты. Общий, внешний и внутренний объемы колонки.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	Всего		4 семестр		
	В зач. ед.	В акад. часах	В зач. ед.	В акад. часах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,45	16	0,45	16	12
Лабораторные работы	1,33	48	1,33	48	36

(ЛР)					
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>	<b>60</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,22	79,8	2,22	79.8	59.85
Контактная самостоятельная работа		0.2		0.2	0.15
<b>Вид контроля: зачет/экзамен</b>	-	-	<b>Зачёт с оценкой</b>		

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Инженерная графика» (Б1.Б13)**

### **1. Цели дисциплины**

– научить студентов выполнению и чтению чертежей и правилам и условностям, применяемым при этом (стандартам ЕСКД).

Задача изучения инженерной графики сводится к развитию пространственного представления, конструктивно-геометрического мышления, способностей к анализу и синтезу пространственных форм и соотношений между ними, изучению способов конструирования различных технических изделий, способов получения их чертежей на уровне графических моделей, ознакомлению со способами выполнения чертежей методами компьютерной графики.

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

#### **овладеть следующими общекультурными (ОК) компетенциями:**

– способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

#### **знать:**

– способы отображения пространственных форм на плоскости;

– правила и условности при выполнении чертежей;

– виды изделий и конструкторских документов;

– на уровне представления характеристики формы и поверхности изделий;

#### **уметь:**

– выполнять и читать чертежи технических изделий с учетом действующих стандартов;

– выполнять и читать схемы технологических процессов;

– использовать средства компьютерной графики для изготовления чертежей.

#### **владеть:**

– способами и приемами изображения предметов на плоскости;

– графической системой «Компас»

## **2. Краткое содержание дисциплины**

**Введение.** Предмет и методы инженерной графики. Краткие исторические сведения. Задачи и место курса в подготовке бакалавра техники и технологии.

### **Модуль 1. Изделия и конструкторские документы.**

#### **1.1. Виды изделий и конструкторских документов.**

Виды изделий по ГОСТ: деталь, сборочная единица, комплекс, комплект. Виды конструкторских документов: чертеж детали, сборочный чертеж, чертеж общего вида, спецификация, схема. Шифры конструкторских документов. Краткие сведения о строительных чертежах.

#### **1.2. Резьбовые изделия и соединения.**

Резьбы: образование, классификация, изображение и обозначение на чертеже. Стандартные резьбовые изделия. Определение резьбы измерением. Соединения деталей болтом и шпилькой. Резьбовые трубные соединения. Цапковые соединения.



### **1.3. Эскизы и технические рисунки деталей.**

Последовательность выполнения изображений детали: выбор главного изображения; определение необходимого количества изображений; подготовка поля чертежа к изображению детали; изображение основных внешних и внутренних очертаний детали. Обмер детали при выполнении ее эскиза с натуры. Оформление чертежей и эскизов деталей. Правила выполнения и оформления технических рисунков. Обозначения материалов.

### **1.4. Чертежи сборочных единиц.**

Правила выполнения и оформления сборочного чертежа: выбор главного изображения, определение количества изображений, нанесение номеров позиций, нанесение размеров (габаритные, установочные, присоединительные, эксплуатационные). Спецификация. Правила выполнения и оформления чертежа общего вида.

## **Модуль 2. Соединения деталей.**

### **2.1. Схемы.**

Классификация схем по видам и типам. Обозначение схем. Правила выполнения структурных и принципиальных технологических схем. Схемы расположения.

### **2.2. Изображения соединений деталей.**

Фланцевые соединения. Шлицевые и шпоночные соединения. Соединения штифтом и шплинтом. Неразъемные соединения деталей: сварка, пайка, склеивание, обвальцовка, развальцовка, соединение заклепкой.

### **2.3. Арматура трубопроводов.**

Классификация арматуры трубопроводов по назначению, по типу перекрытия потока рабочей среды, по способу присоединения к трубопроводу, по способу герметизации шпинделя.

## **Модуль 3. Чертежи сборочных единиц. Элементы компьютерной графики.**

### **3.1. Геометрические характеристики формы и поверхности изделий.**

Размеры, правила их нанесения на чертеже. Размеры исполнительные и справочные, габаритные, координирующие и частные. Базы измерительные, конструкторские, технологические, вспомогательные. Нанесение размеров от баз. Предельные отклонения размеров гладких поверхностей, допуски, посадки. Допуски и посадки для деталей с резьбой. Шероховатость поверхностей деталей, параметры шероховатости, правила нанесения параметров шероховатости поверхностей на чертеже. Предельные отклонения формы и расположения.

### **3.2. Детализация чертежей сборочных единиц.**

Правила детализации чертежей сборочных единиц. Выполнение чертежей и технических рисунков деталей.

### **3.3. Элементы компьютерной графики.**

Компьютерная графика и решаемые ею задачи. Графические объекты, примитивы, атрибуты, синтез изображения. Представление видеоинформации и ее машинная генерация. Современные стандарты компьютерной графики, графические языки и метафайлы. Реализация аппаратных модулей графической системы. Основные графические алгоритмы на плоскости и в пространстве. Программные графические системы и их применение.

## **4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Виды учебной деятельности	В зачетных единицах	В акад. часах	В астрономич. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	4	144	108
<b>Контактная работа (КР):</b>	1,33	48	36

Лекции (лек.)	0,44	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,67	24	18
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,22	8	6
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	2,335	96	72
Курсовая работа	1	36	27
Расчетно-графические работы	0,75	27	20,25
Подготовка к контрольным работам	0,25	9	6,75
Другие виды самостоятельной работы	0,335	12	9
Подготовка и сдача зачета	0,335	12	9
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» (Б1.Б14)**

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

Основными задачами дисциплины являются:

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

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

Изучение курса безопасности жизнедеятельности при подготовке бакалавров по техническим направлениям подготовки и специальностям направлено на приобретение следующих компетенций:

- способность работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6);
- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способность использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9);
- способность использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3).

**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	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,89	32
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,44	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,67</b>	<b>60</b>
Подготовка к лабораторным работам	1,11	40
Подготовка к контрольным работам	0,56	20
<b>Вид итогового контроля: экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>
Подготовка к экзамену		<b>35.6</b>
Контактная аттестация		<b>0.4</b>

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,33</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0,89	24
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,44	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,67</b>	<b>45</b>
Подготовка к лабораторным работам	1,11	30
Подготовка к контрольным работам	0,56	15
<b>Вид итогового контроля: экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>27</b>
Подготовка к экзамену		<b>26.7</b>
Контактная аттестация		<b>0.3</b>

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» (Б1.Б.15)

##### 1. Цель дисциплины:

Вместе с курсами общей химической технологии, химических процессов и реакторов и др. связать общенаучную и общеинженерную подготовку химиков-технологов на основе изучения основ гидравлических, тепловых и массообменных процессов химической технологии, что необходимо при подготовке бакалавров по данному направлению для научно-исследовательской и практической работы на предприятиях.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен овладеть следующими компетенциями:**

*Общепрофессиональными (ОПК):*

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

- способностью использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

**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, нефтехимии и биотехнологии.

**Уметь:**

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

**Владеть:**

- методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;
- навыками проектирования типовых аппаратов химической промышленности;
- методами определения рациональных технологических режимов работы оборудования.

**3. Краткое содержание дисциплины**

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

Основы теории явлений переноса. Общие закономерности гидродинамики, теплопередачи и массопередачи. Жидкости и газы. Гидродинамика. Течение в трубах и каналах. Подобное преобразование уравнения Навье-Стокса. Безразмерные переменные - критерии гидродинамического подобия (Эйлера, Рейнольдса, Фруда, гомохронности), их физический смысл; параметрические критерии. Критериальное уравнение движения вязкой жидкости. Выбор скоростей потоков. Перемещение жидкостей и газов с помощью машин, повышающих давление.

**Модуль 2. Тепловые процессы и аппараты химической технологии.**

Основные тепловые процессы в химической технологии. Дифференциальное уравнение переноса энергии в форме теплоты. Конвективный перенос теплоты. Радиантный теплоперенос. Теплопередача в поверхностных теплообменниках.

**Модуль 3. Процессы и аппараты разделения гомогенных систем. (Основные массообменные процессы).**

Основы массообменных процессов. Дифференциальное уравнение конвективного переноса массы в бинарных средах. Массопередача. Материальный баланс непрерывного установившегося процесса. Расчет массообменных процессов и аппаратов для систем с одним распределяемым компонентом.

Расчет поперечного сечения (диаметра) колонны; предельно допустимая и экономически оптимальная скорости сплошной фазы. Основы расчета высоты массообменных аппаратов с непрерывным и ступенчатым контактом фаз. Общие принципы устройства и классификация аппаратов для массообменных процессов в системах «газ(пар)-жидкость». Особенности конструкций абсорберов. Основы расчета и аппараты для дистилляции.

**Модуль 4. Основные гидромеханические процессы. Процессы и аппараты разделения гетерогенных систем.**

Разделение жидких и газовых гетерогенных систем в поле сил тяжести. Течение через неподвижные зернистые и псевдооживленные слои. Фильтрация суспензий и очистка газов от пылей на фильтрах.

**4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	Всего		V семестр		VI семестр	
	Зач. ед.	Ак. час.	Зач. ед.	Ак. час.	Зач. ед.	Ак. час.

<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>10</b>	<b>360</b>	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>3,56</b>	<b>128</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>
Лекции (Лек)	1,78	64	0,89	32	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	0,89	32	0,89	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>4,44</b>	<b>160</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	4,44	160	2,22	80	2,22	80
<b>Вид итогового контроля: экзамен</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Подготовка к экзамену		<b>71.2</b>		<b>35.6</b>		<b>35.6</b>
Контактная аттестация		<b>0.8</b>		<b>0.4</b>		<b>0.4</b>

Виды учебной работы	Всего		V семестр		VI семестр	
	Зач. ед.	Астр. часы	Зач. ед.	Астр. час.	Зач. ед.	Астр. час
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>10</b>	<b>270</b>	<b>5</b>	<b>135</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>3,56</b>	<b>96</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	1,78	48	0,89	24	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	1,78	48	0,89	24	0,89	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>4,44</b>	<b>120</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	4,44	120	2,22	60	2,22	60
<b>Вид итогового контроля: экзамен</b>	<b>2</b>	<b>54</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Подготовка к экзамену		<b>53.4</b>		<b>26.7</b>		<b>26.7</b>
Контактная аттестация		<b>0.6</b>		<b>0.3</b>		<b>0.3</b>

**Аннотация рабочей программы дисциплины «Общая химическая технология» (Б1.Б.16)**

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

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:**

*Обладать* следующими общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

**Знать:**

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

**Уметь:**

- рассчитать основные характеристики химического процесса;
- выбрать рациональную схему производства заданного продукта;
- оценить технологическую эффективность производства;
- выбрать эффективный тип реактора;
- провести расчет технологических параметров для заданного процесса;
- определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе.

**Владеть:**

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

### **3 Краткое содержание дисциплины**

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

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

Химическая технология - наука об экономически, экологически и социально обоснованных способах и процессах переработки сырья с изменением его состава и свойств путем проведения химических и физико-химических превращений в предметы потребления и средства производства. Объект химической технологии - химическое производство. Межотраслевой характер химической технологии. Развитие химических производств и химической технологии. Место химической технологии в промышленной сфере и методов химической технологии в нехимических отраслях промышленности. Методы химической технологии – системный анализ и методы математического моделирования. Системный анализ сложных схем и взаимодействий элементов схемы – понятие и содержание метода. Физическое и математическое моделирование, определение и основные понятия, их место в инженерно-химических исследованиях и разработках. Место и значение натурального и вычислительного эксперимента. Содержание и задачи учебного курса.

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

Понятие о химическом производстве как о системе машин и аппаратов, соединенных материальными и энергетическими потоками, в которых осуществляются взаимосвязанные химические превращения и физические процессы переработки сырья в продукты. Многофункциональность химического производства - получение продуктов, энерго- и ресурсосбережение, минимизация воздействия на окружающую среду. Общая структура химического производства - собственно химическое производство, хранение сырья и продукции, транспорт, системы контроля и безопасности. Основные подсистемы химического производства - подготовка сырья и материалов, химические и физико-

химические превращения. выделение продуктов, обезвреживание утилизация отходов, тепло- и энергообеспечение, водоподготовка, управление производством. Основные технологические компоненты - сырье, вспомогательные материалы, основной и дополнительный продукты, отходы, энергетические ресурсы, оборудование, строительные конструкции и приборы, производственный персонал.

Качественные и количественные показатели химического производства: технологические показатели - производительность и мощность производства, выход продукта, расходные коэффициенты по сырью и энергии, интенсивность процессов, качество продукта; экономические показатели - себестоимость продукта, приведенные затраты, удельные капитальные затраты, производительность труда; эксплуатационные показатели - надежность и безопасность функционирования системы, чувствительность, регулируемость и управляемость процесса; социальные показатели - воздействие на окружающую среду, безопасность обслуживания, степень механизации и автоматизации.

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

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

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

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

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

### 2.1. Основные определения и положения

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

### 2.2. Химические процессы.

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

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

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

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

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



областей протекания процесса.

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

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

### 2.3. Химические реакторы.

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

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

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

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

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

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

### 2.4. Промышленные химические реакторы.

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

## **Модуль 3. Химическое производство, как химико-технологическая система (ХТС).**

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

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

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

### **3.2. Анализ ХТС.**

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

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

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

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

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

### **3.3. Синтез ХТС.**

**Понятие и задачи синтеза (построения) ХТС. Основные этапы разработки ХТС. Роль математических и эвристических методов.**

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

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

#### ***Модуль 4. Промышленные химические производства.***

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

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

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

#### 4 Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>7</b>	<b>252</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>
Лекции (Лек)	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,44	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3,78</b>	<b>136</b>
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>1</b>	<b>Экзамен (36)</b>
Подготовка к экзамену		35.6
Контактная аттестация		0.4

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>7</b>	<b>189</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>
Лекции (Лек)	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	24
Лабораторные занятия (Лаб)	0,44	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3,78</b>	<b>102</b>
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>1</b>	<b>Экзамен (27)</b>
Подготовка к экзамену		26.7
Контактная аттестация		0.3

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами» (Б1.Б17)

**1. Цель дисциплины** – научить студентов теоретическим знаниям в области анализа и синтеза система автоматического регулирования, способных грамотно использовать современные методы и средства автоматизации химико-технологических процессов.

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

**обладать следующими общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:**

– способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

**Знать:**

– основные понятия и определения в области управления химико-технологическими процессами;

– математическое описание элементов систем автоматического регулирования (САР) во временной и частотных областях;

– метод преобразования Лапласа и понятие передаточной функции элементов САР;

- типовые законы регулирования и методы расчета параметров настроек САР;
- методы расчета одноконтурных каскадных и комбинированных САР;
- структуры систем управления типовыми теплообменными, массообменными и реакторными процессами.

**Уметь:**

- производить линеаризацию аналитическими и численными методами нелинейных ХТП;
- производить аппроксимацию кривых разгона и расчет передаточных функций объекта управления;
- осуществлять преобразование Лапласа;
- осуществлять расчет временных и частотных характеристик элементарных звеньев САР и различных законов регулирования;
- осуществлять синтез и анализ одноконтурных, каскадных и комбинированных СУ ХТП;
- разрабатывать системы управления типовыми химико-технологическими процессами;

**Владеть:**

- навыками структурного и параметрического синтеза СУ ХТП во временной и частотной областях;
- навыками расчета передаточных функций объекта по экспериментальным данным (кривым разгона);
- навыками оптимизации работы СУ ХТП;
- навыками проектирования систем управления типовыми химико-технологическими процессами.

**3. Краткое содержание дисциплины:**

**Введение.** Цели и задачи курса. Краткий исторический очерк создания систем автоматического регулирования.

**Модуль 1.** Основные понятия и определения в области управления химико-технологическими процессами

Основные термины и определения. Химико-технологический процесс. Регулируемая переменная. Управляющие и возмущающие воздействия. Система автоматического регулирования (САР). Блок-схема САР.

Иерархическая структура систем управления химическими предприятиями. Иерархическая структура химических предприятий. Структура интегрированных автоматизированных систем управления химическими предприятиями. Основные понятия о системах автоматического регулирования ХТП. Блок-схема СУ ХТП.

Классификация систем управления ХТП. По виду математического описания: линейные и нелинейные СУ ХТП. По принципу регулирования: разомкнутые, замкнутые, комбинированные и адаптивные. По функциональному назначению: стабилизирующие, следящие и программные. По числу контуров управления: одноконтурные и многоконтурные. По числу управляемых переменных и управляющих воздействий: односвязные и многосвязные.

Качество, быстродействие и устойчивость систем автоматического регулирования (САР). Основные показатели устойчивости, быстродействия и качества СУ ХТП.

Этапы анализа и синтеза САР. Последовательности этапов синтеза СУ ХТП: анализ ХТП как объекта управления (выявление управляемых переменных, управляющих и возмущающих воздействий), синтез структуры СУ ХТП и выбор закона регулирования. Расчет оптимальных параметров настроек регуляторов и проведение имитационного моделирования САР. Выбор технических средств реализации САР и ее внедрение.

**Модуль 2.** Линейные системы автоматического регулирования. Основы математического описания

Статические и динамические характеристики элементов САР. Линейные и нелинейные статические характеристики ХТП. Методы линеаризации: аналитические и численные. Динамические характеристики элементов САР. Переходные процессы в линейных системах. Системы, описываемые дифференциальными уравнениями первого, второго и более высоких порядков.

Типовые звенья САР. Временные характеристики элементарных звеньев САР. Временные характеристики усилительного, интегрирующего, идеального дифференцирующего, инерционного звеньев первого и второго порядков и колебательного звена.

Преобразование Лапласа. Передаточные функции элементарных звеньев САР. Применение операционного исчисления для решения дифференциальных уравнений. Преобразование Лапласа. Основные свойства оригинала. Расчет передаточных функций элементарных звеньев САР: усилительное звено, интегрирующее звено, идеальное дифференцирующее звено, инерционное звено первого порядка.

Частотные характеристики элементарных звеньев САР. Метод частотных характеристик. Амплитудно-частотные и фазочастотные характеристики линейных систем. Вещественные и мнимые частотные характеристики. Расчет частотных характеристик элементарных звеньев: усилительного интегрирующего, дифференцирующего, инерционного звеньев первого и второго порядков и звена чистого запаздывания.

Типовые законы регулирования. Временные и частотные характеристики законов регулирования. Временные и частотные характеристики П, И, ПИ, ПД и ПИД-законов регулирования.

### **Модуль 3. Анализ работы одноконтурной САР**

Устойчивость САР. Критерии устойчивости. Передаточные функции разомкнутой и замкнутой одноконтурной САР. Преобразование структурных блок-схем. Сигнальные графы. Алгебраические и частотные критерии устойчивости линейных САР.

Расчет параметров настроек САР. Прямые и косвенные методы расчета параметров настроек САР. Расчет оптимальных параметров настроек ПИ-регулятора с помощью частотных характеристик.

### **Модуль 4. Методы повышения качества регулирования химико-технологических процессов**

Каскадные системы автоматического регулирования. Структурная схема каскадных САР. Расчет передаточных функций эквивалентных объектов регулирования для основного и вспомогательных регуляторов.

Комбинированные системы автоматического регулирования. Условие абсолютной инвариантности регулируемой переменной относительно возмущающего воздействия. Расчет передаточной функции устройства ввода по возмущающему воздействию.

Адаптивные системы автоматического регулирования. Классификация адаптивных СУ ХТП. Поиск и беспоисковые самонастраивающиеся системы. Использование эталонных моделей в адаптивных СУ ХТП.

### **Модуль 5. Системы автоматического регулирования типовых химико-технологических процессов**

САР теплообменных процессов. Структуры и блок-схемы одноконтурных, комбинированных, каскадных и многосвязных САР теплообменных процессов.

САР массообменных процессов. Структуры и блок-схемы одноконтурных, комбинированных, каскадных и многосвязных САР массообменных процессов.

САР реакторных процессов. Структуры и блок-схемы одноконтурных, комбинированных, каскадных и многосвязных САР реакторных процессов.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,9	32
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,4	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,7</b>	<b>96</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,7	95,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	-	<b>Зачет с оценкой</b>

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0,9	24
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,4	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,7</b>	<b>72</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,7	71,85
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	-	<b>Зачет с оценкой</b>

#### 4.4.2. Дисциплины вариативной части (обязательные дисциплины)

##### Аннотация рабочей программы дисциплины «Основы экономики и управления производством» (Б1.В.ОД.1)

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

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

Обладать следующими компетенциями:

Общекультурными:

– способность использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-3);

Профессиональными:

– способность проводить стоимостную оценку основных производственных ресурсов (ПК-10).

**Знать:**

- основы экономики в различных сферах жизнедеятельности;
- методы разработки оперативных и производственных планов;
- методы и способы оплаты труда;

**Уметь:**

– составлять отчеты по выполнению технических заданий;

– 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;

**3 Краткое содержание дисциплины**

**Модуль 1. Введение. Основы рыночной экономики**

Экономические потребности, блага и ресурсы. Общественное производство и экономические отношения. Производственные возможности общества и экономический выбор. Кривая производственных возможностей. Закон убывающей предельной полезности. Традиционная экономическая система. Собственность: формы и пути их преобразования. Рыночный механизм спроса и предложения. Совершенная и несовершенная конкуренции. Сущность и условия возникновения рынка. Виды рынков и их структура. Функции рынка. Товар и его свойства. Спрос и предложение на рынке. Понятие «эластичность». Совершенная и несовершенная конкуренции. Монополия. Олигополия. Понятие национальной экономики, основные макроэкономические показатели. Потребления и сбережения. Производство, обмен и распределение. Потребление, сбережение, инвестиции товаров и услуг. Финансовая система и финансовая политика общества. Налоги и налоговая система.

**Модуль 2. Экономические основы управления производством**

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. 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. Материально-технические ресурсы предприятия. Основные производственные фонды химических предприятий: понятие, классификация и структура. Понятие и структура, и оценка основных средств. Показатели использования основных производственных фондов. Износ и амортизация, и 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. Трудовые ресурсы предприятия. Персонал предприятия и его структура. Эффективность использования персонала и рабочего времени. Производительность труда и оплата труда. Организация заработной платы на предприятии. 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.

**Модуль 3. Техничко-экономический анализ инженерных решений**

Доходы и расходы на производство, и реализацию продукции предприятия. Издержки производства продукции (себестоимость), прибыль, рентабельность и ценообразование. Понятие затраты на производство и реализацию продукции (себестоимость). Виды и значение классификации затрат. Структура затрат на

производство и реализацию продукции. Техничко-экономический анализ инженерных решений. Особенности расчета затрат на производство и реализацию продукции в комплексных производствах. Основные пути снижения затрат на производство продукции. Доходы предприятия. Понятие прибыли и дохода предприятия, методы их расчета. Рентабельность, ее виды и методы расчета. Пути повышения прибыли и рентабельности на предприятиях. 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. Финансово-кредитные отношения предприятий и система налогообложения. Понятие, состав и структура финансов предприятия. Принципы налогообложения. Налоги и платежи, установленные законодательством: виды, ставки, объекты налогообложения и сроки уплаты налога в бюджет.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>0.9</b>	<b>32</b>
Лекции (Лек)	0,45	16
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2.1</b>	<b>76</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		75.8
Контактная самостоятельная работа		0.2
<b>Вид контроля: зачет с оценкой</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>24</b>
Лекции (Лек)	0,45	12
Практические занятия (ПЗ)	0,45	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2</b>	<b>57</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		56.85
Контактная самостоятельная работа		0.15
<b>Вид контроля: зачет с оценкой</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Правоведение в энергоресурсосберегающих химических производствах» (Б1.В.ОД2)

##### 1. Цели дисциплины:

- овладение основами правовых знаний;
- формирование правовой культуры активного, законопослушного гражданина.

##### 2. В результате изучения дисциплины бакалавр должен:

*Обладать* следующими общекультурными (ОК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности (ОК-4);
- способностью организовывать работу исполнителей, находить и принимать



управленческие решения в области организации труда и осуществлении природоохранных мероприятий (ПК-11).

**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.
- правовые нормы в сфере будущей профессиональной деятельности.

**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:**

Понятие и признаки государства. Формы государства. Функции государства. Понятие и признаки права. Основные правовые системы современности. Понятие и виды источников права. Определение закона и подзаконных актов. Действие нормативных правовых актов во времени. Обратная сила закона. Понятие правовых норм, их структура. Система права. Частное и публичное право. Материальное и процессуальное право. Правоотношение: объект, субъект и содержание правоотношений. Юридические факты.

Конституция – основной Закон Российской Федерации. Федеративное устройство РФ. Система государственных органов и принцип разделения властей в РФ. Понятие гражданства. Признание, соблюдение, защита равных прав женщин и мужчин как основная обязанность государства.

Понятие и предмет административного права. Общая характеристика Кодекса РФ об административных правонарушениях. Административные правонарушения: понятие и признаки. Административная ответственность: понятие и принципы. Понятие, признаки и виды административных наказаний.

Понятие и предмет уголовного права. Уголовная ответственность: понятие, основание возникновения. Понятие преступления: признаки, структура. Состав преступления. Соучастие в преступлении. Обстоятельства, исключающие преступность деяния. Понятие, цели и виды наказаний. Уголовная ответственность за совершение преступлений. Условное осуждение, освобождение от уголовной ответственности. Предмет и объект криминалистики. Методы и задачи криминалистики. Понятие криминалистической идентификации. Объекты и виды криминалистической идентификации. Криминалистическая техника. Криминалистическая тактика.

Экологическое право: понятие, предмет метод и источники экологического права РФ. Понятие, виды и структура экологических правонарушений, ответственность за их совершение.

Понятие информации. Ответственность за нарушение законодательства о защите информации. Государственная тайна: понятие, защита, правовое регулирование государственной, служебной и иной информации. Конфиденциальная информация: понятие, виды и защита. Защита персональных данных гражданина.

Понятие, предмет и метод гражданского права. Понятие гражданского правоотношения, его специфика. Структура гражданского правоотношения. Праводеспособность субъектов гражданского правоотношения. Граждане как субъекты гражданского права. Физические и юридические лица: понятие, признаки, классификация. Юридические факты. Право собственности. Понятие авторского права. Понятие патентного права. Понятие интеллектуальной собственности (ИС) и исключительного права. Классификация ИС. Система правовой охраны интеллектуальной собственности, авторских и патентных прав.

Понятие хозяйственного (предпринимательского) права. Предмет хозяйственного (предпринимательского) права, признаки, методы правового регулирования. Понятие хозяйственной и предпринимательской деятельности.

Правовое регулирование семейных отношений. Заключение и прекращение брака. Права и обязанности родителей и детей. Алименты. Формы воспитания детей, оставшихся без попечения родителей.

Предмет и метод трудового права. Трудовой договор: понятие, стороны, содержание. Рабочее время. Время отдыха. Трудовые споры. Дисциплина труда.

Понятие и истоки коррупции. Нормативное определение коррупции. Причины распространения коррупции. Наказуемые и ненаказуемые формы коррупции. Скрытые (латентные) формы коррупции. Формы коррупции-преступления. Формы коррупции-проступка. Формы политической коррупции. Нормативные правовые акты в сфере противодействия коррупции. Федеральный закон от 25.12.2008 № 273-ФЗ «О противодействии коррупции».

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3,0</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>0,9</b>	<b>32</b>
Лекции (Л)	0,45	16
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,1</b>	<b>76</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		75.8
Контактная самостоятельная работа		0.2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>зачет</b>

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3,0</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>0,9</b>	<b>24</b>
Лекции (Л)	0,45	12
Практические занятия (ПЗ)	0,45	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,1</b>	<b>57</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		56.85
Контактная самостоятельная работа		0.15
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>зачет</b>

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика в энергоресурсосберегающих химических производствах» (Б1.В.ОД.3)**

### **1. Цели и задачи дисциплины**

**Целью дисциплины** является формирование у студентов системы основных понятий, используемых для построения важнейших математических моделей, и умения использовать математические методы для описания различных процессов.

**Основными задачами дисциплины**, решение которых обеспечивает достижение цели, являются:

- формирование понимания значимости математической составляющей в естественнонаучном образовании бакалавра;
- ознакомление с системой понятий, используемых для описания важнейших математических моделей и математических методов, и их взаимосвязью;
- ознакомление с примерами применения математических моделей и методов;
- формирование навыков и умений использования математических моделей и математических методов.

### **2. Требования к результатам освоения дисциплины**

Изучение курса ТВиМС при подготовке бакалавров по направлению 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, профиль «Энергоресурсосберегающие химические производства» способствует приобретению следующих компетенций:

*Общепрофессиональные:*

способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

*Профессиональные:*

способность планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-15).

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- основы теории вероятностей и математической статистики;
- 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:

4 СЕМЕСТР

#### 1. 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.

#### 2. 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

Виды учебной работы	Всего	4 семестр
	зач. ед./ ак. час	зач. ед./ ак. час
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3/108</b>	<b>3/108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3348</b>	<b>1,33/48</b>
Лекции (Лек)	0,44/16	0,44/16
Практические занятия (ПЗ)	0,88/32	0,88/32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>		<b>1,67/60</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	<b>1,67/60</b>	59.8
Контактная самостоятельная работа		0.2

<b>Вид контроля: экзамен/зачет</b>		<b>Зачет</b>
<b>Виды учебной работы</b>	<b>Всего</b>	<b>4 семестр</b>
	<b>зач. ед./ астр. час</b>	<b>зач. ед./ астр. час</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3/81</b>	<b>3/81</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,33/36</b>	<b>1,33/36</b>
Лекции (Лек)	0,44/12	0,44/12
Практические занятия (ПЗ)	0,88/24	0,88/24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,67/45</b>	<b>1,67/45</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	44.85	44.85
Контактная самостоятельная работа	0.15	0.15
<b>Вид контроля: экзамен/зачет</b>		<b>Зачет</b>

**Аннотация рабочей программы дисциплины «Начертательная геометрия»  
(Б1.В.ОД.4)**

**1. Цели дисциплины**

– научить студентов способам отображения пространственных форм на плоскости, выполнению и чтению чертежей, и правилам, и условностям, применяемым при этом (стандартам ЕСКД).

Задача изучения начертательной геометрии сводится к развитию пространственного представления, конструктивно-геометрического мышления, способностей к анализу и синтезу пространственных форм и соотношений между ними, изучению способов конструирования различных геометрических объектов.

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

**овладеть следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:**

- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);
- готовность изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13).

**Знать:**

- способы отображения пространственных форм на плоскости;
- правила и условности при выполнении чертежей;
- виды симметрии геометрических фигур;
- возможности применения методов начертательной геометрии для решения физико-химических задач;

**Уметь:**

- выполнять и читать чертежи геометрических моделей с учетом действующих стандартов;

**Владеть:**

– способами и приемами изображения предметов на плоскости.

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

#### **Модуль 1.** Общие правила выполнения чертежей.

Правила выполнения и оформления чертежей в соответствии с ГОСТ. Форматы: размеры и обозначение основных и дополнительных форматов. Расположение форматов. Масштаб: натуральный масштаб, стандартные масштабы уменьшения и увеличения. Линии: типы и толщина линий. Шрифт: типы и размеры шрифтов. Основные надписи графических и текстовых документов.

Геометрические построения. Сопряжения: основные виды и правила выполнения. Уклоны и конусности: расчет и правила нанесения на чертеже. Деление окружности на равные части. Нанесение выносных и размерных линий на чертеже.

#### **Модуль 2.** Проецирование геометрических фигур.

Метод проекций. Виды проецирования. Центральное проецирование: центр проецирования, плоскость проекций, проецирующие лучи, проекции. Свойства центрального проецирования. Достоинства и недостатки центрального проецирования.

Параллельное проецирование. Направление проецирующих лучей. Свойства параллельного проецирования. Проецирование косоугольное и прямоугольное (ортогональное). Свойства ортогонального проецирования. Образование комплексного чертежа (эпюра Монжа). Ортогональный чертеж точки. Координаты точки. Построение точки по ее координатам.

Прямые линии. Способы задания прямой на чертеже. Классификация прямых по расположению относительно друг друга: прямые пересекающиеся, параллельные и скрещивающиеся. Классификация прямых относительно плоскостей проекций: прямые общего и частного положения – прямые уровня и проецирующие. Принадлежность точки прямой. Теорема о проецировании прямого угла.

Плоскость. Способы задания плоскости на чертеже. Классификация плоскостей по расположению относительно плоскостей проекций: плоскости общего и частного положения – проецирующие и уровня. Принадлежность точки и прямой плоскости.

Кривые линии. Классификация кривых: циркульные и лекальные, закономерные и нерегулярные. Порядок кривой линии. Плоские кривые линии второго порядка: эллипс, парабола, гиперболола. Пространственные кривые: цилиндрическая и коническая винтовые линии.

Поверхности. Образование и задание поверхностей на чертеже (кинематический и каркасный способы). Понятие об определителе поверхности. Классификация поверхностей: линейчатые и нелинейчатые, поверхности вращения, поверхности с двумя направляющими и плоскостью параллелизма. Винтовые поверхности. Характерные линии поверхностей вращения: меридианы, главный меридиан, параллели, экватор, горло. Принадлежность точки поверхности.

Геометрические тела. Проекция многогранников (гранные геометрические тела), в том числе правильные (тетраэдр, гексаэдр, октаэдр, додекаэдр, икосаэдр), тела вращения (цилиндр, конус, шар, тор).

Симметрия геометрических фигур. Симметрия относительно плоскости, прямой, точки. Симметрия вращения, порядок оси симметрии.

Определение натуральной величины отрезка прямой и плоской фигуры.

Определение натуральной величины отрезка прямой способом прямоугольного треугольника и способом проецирования на дополнительную плоскость.

Построение натуральной величины плоской фигуры.

Пересечение геометрических образов. Пересечение многогранников, многогранника с поверхностью вращения. Пересечение поверхностей вращения: двух проецирующих поверхностей, проецирующей с непроекцирующей. Пересечение непроекцирующих поверхностей вращения с параллельными осями. Теорема о

пересечении соосных поверхностей вращения. Построение линии пересечения непроецирующих поверхностей вращения с пересекающимися осями методом концентрических сфер. Частные случаи пересечения поверхностей второго порядка: теорема Монжа и ее следствие.

### **Модуль 3. Изображения предметов по ГОСТ 2.305-2009.**

Изображения. Виды изображений по ГОСТ: виды, разрезы, сечения, выносные элементы. Основные виды. Главный вид, требования, предъявляемые к главному виду. Дополнительные и местные виды. Разрезы, классификация разрезов по расположению секущей плоскости относительно плоскостей проекций: разрезы вертикальные, горизонтальные и наклонные. Классификация разрезов по числу секущих плоскостей: разрезы простые и сложные – сложные ступенчатые и сложные ломаные разрезы. Совмещенные изображения. Местные разрезы. Сечения наложенные и вынесенные. Выносные элементы. Правила обозначения изображений.

Наклонные сечения геометрических тел. Построение проекций и натуральных величин геометрических тел. Наклонные сечения многогранников. Виды и правила построения сечений цилиндра. Зависимость вида наклонного сечения конуса от расположения секущей плоскости относительно оси конуса. Наклонные сечения шара. Правила построения наклонных сечений сочлененных тел.

АксонOMETрические чертежи изделий. Образование аксонOMETрического чертежа. Первичная и вторичная проекции. Коэффициенты искажения аксонOMETрического чертежа. Переход от натуральных коэффициентов искажения к приведенным. Виды аксонOMETрии. Выполнение чертежей многоугольников и окружностей в прямоугольной и косоугольной (горизонтальной и фронтальной) изометриях. АксонOMETрические чертежи геометрических тел. Разрезы в аксонOMETрии.

Применение образов и методов начертательной геометрии для решения физико-химических задач. Графическое изображение состава многокомпонентных систем: отрезок состава, треугольник состава, тетраэдр состава. Графическое изображение свойств многокомпонентных систем. Графическое изображение структуры веществ, примеры изображения веществ.

### **4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Виды учебной деятельности	В зачетных единицах	В акад. часах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	4	144	108
<b>Контактная работа (КР):</b>	1,33	48	36
Лекции (Лек)	0,44	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,67	24	18
Лаборатория	0,22	8	6
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	2,335	96	72
Расчетно-графические работы	1,75	63	47,25
Подготовка к контрольным работам	0,25	9	6,75
Другие виды самостоятельной работы	0,335	12	9
Подготовка и сдача зачета	0,335	12	9
<b>Вид итогового контроля</b>	Зачет с оценкой		

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Вычислительная математика в энергоресурсосберегающих химических производствах» (Б1.В.ОД.5)**

**1. Цель программы:** научить студентов теоретическим знаниям и практическим умениям и навыкам использования современных математических методов с применением пакета математических программ MATLAB для решения широкого круга задач вычислительной математики.

Целью настоящего курса является обучение слушателей современным методам расчетов, расчетных исследований, анализа, оптимизации процессов инженерных задач с использованием пакета математических программ MATLAB

### **Задачи курса:**

- обучение студентов теоретическим методам вычислительной математики, теоретическим основам создания и организации компьютерных человеко-машинных систем решения инженерно-расчетных задач методами вычислительной математики;
- обучение студентов практическим методам вычислительной математики, теоретическим знаниям и практическим умениям и навыкам использования современных методов и комплексов программных средств для решения задач вычислительной математики;
- обучение методам и алгоритмам вычислительной математики, практическим навыкам использования современного программного обеспечения для решения расчетных задач вычислительной математики;

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

*Обладать* следующими **общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:**

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

**профессиональными (ПК) компетенциями:**

- способность моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (ПК-16).

В результате изучения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- физико-химические и химико-технологические закономерности протекания процессов изменения агрегатного состояния паро(газо)-жидкостных систем, реакторных процессов и основных процессов разделения химической технологии;
- методы и алгоритмы компьютерного моделирования основных процессов химической технологии и технологических схем химических производств;
- принципы применения методологии компьютерного моделирования химико-технологических процессов при автоматизированном проектировании и компьютерном управлении химическими производствами.

### **Уметь:**

- решать задачи компьютерного моделирования процессов паро(газо)-жидкостных равновесий, абсорбции, дистилляции, ректификации и жидкостной экстракции;
- применять полученные знания при решении практических задач компьютерного моделирования основных процессов химической технологии и технологических схем химических производств.

### **Владеть:**



• методами применения стандартных пакетов прикладных программ (ППП) и пакетов моделирующих программ (ПМП) для моделирования основных процессов химической технологии и технологических схем химических производств.

### **3. КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Введение.** Цели и задачи курса. Краткий исторический очерк развития отечественной и зарубежной вычислительной математики. Основные этапы разработки и реализации алгоритмов на компьютерах.

**Модуль 1. Вычислительная математика. Основные этапы: разработка и реализация алгоритмов на компьютерах. Система компьютерной математики (СКМ) MATLAB для решения задач вычислительной математики.**

#### **Тема 1.1. Создание М-программ и основные операторы М-языка программирования MATLAB. Варианты структуры программ на MATLAB.**

- Организация рабочего стола Desktop Layout;
- Основные операции в Command Window;
- Основные операции в Editor;
- Линейно организованная программа (алгоритм);
- Ветвления с одним условием, несколькими условиями, вложенные, со списком условий. if, switch; логические операции and, or, not;
- Циклы со счетчиком, с предусловием, с постусловием, с прерыванием полным и прерыванием частичным, с заданным шагом счетчика, с отдельным отсчетом итераций; for, while, break, continue; с вызовом функций; с диалогом с пользователем в Command Window и в специальных диалоговых окнах;

#### **Тема 1.2 Стандартные и нестандартные функции М-языка программирования и основные решатели (solvers) MATLAB.**

- Функции с графическим выводом результатов; plot, subplot, surf, mesh, polar;
- Функции с числовым выводом результатов в Command Window;
- Функции с записью результатов в файл;
- Функции, вложенные в главную функцию;
- Функции с переменным числом аргументов;
- Функции, вызывающие другую функцию, имя которой передано как аргумент;

**Модуль 2. Векторы и матрицы. Система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).**

#### **Тема 2.1. Обратная матрица. Умножение матриц.**

- Оператор inv;
- Операторы strcat, int2str, num2str;
- Операторы length, min, max, mean, sort;
- Операторы dot, tril, triu, eye, zeros, ones, diag;
- Операторы rand, linspace, logspace, repmat;
- Операторы size, det, trace, norm;

#### **Тема 2.2. Метод Гаусса. Метод простых итераций.**

- Операторы linsolve, rank, eig;

#### **Тема 2.3. Обусловленность системы. Число обусловленности.**

- Операторы cond, rcond;

**Модуль 3. Обработка результатов измерения одной величины. Приближение функции**

#### **Тема 3.1. Критерий Стьюдента.**

- Операторы polyfit, polyval;

#### **Тема 3.2. Аппроксимация.**

- Оператор lsqcurvefit;  
**Тема 3.3. Интерполяция.**
- Операторы interp1, linear, spline, nearest;  
**Модуль 4. Численное интегрирование**  
**Тема 4.1. Методы прямоугольников**
- Операторы sum, mean;  
**Тема 4.2. Методы трапеций**
- Оператор trapz;  
**Тема 4.3. Метод Симпсона**
- Оператор quad, int;  
**Тема 4.4. Метод Ньютона-Котеса 8 порядка**
- Оператор quad8;  
**Модуль 5. Уравнение с одним неизвестным**  
**Тема 5.1. Метод деления пополам**
- Операторы conv, deconv, polyval, polyder;  
**Тема 5.2. Метод касательных**
- Операторы roots, poly, fzero;  
**Модуль 6. Система нелинейных уравнений**  
**Тема 6.1. Метод Ньютона-Рафсона**
- Операторы solve, diff, subs;  
**Тема 6.2. Метод простых итераций.**
- Операторы simplify, collect, pretty;  
**Модуль 7. Одномерная оптимизация**  
**Тема 7.1 Методы одномерной оптимизации**
- Операторы fminbnd;  
**Модуль 8. Многомерная оптимизация**  
**Тема 8.1 Методы многомерной оптимизации**
- Операторы fminsearch, linprog, fmincon;  
**Модуль 9. Дифференциальные уравнения**  
**Тема 9.1 Методы решения дифференциальных уравнений.**
- Операторы dsolve, diff;  
**Заключение.** Заключительная лекция по подведению итогов курса.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем	
	В зачетных единицах	В академических часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>0,89</b>	<b>32</b>
Лекции		
Лабораторные работы	0,89	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,11</b>	<b>76</b>
Подготовка к лабораторным работам	1,055	38
Самостоятельное изучение разделов курса	1,055	38
<b>Вид итогового контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет</b>

	Объем
--	-------

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>0,89</b>	<b>24,03</b>
Лекции		
Лабораторные работы	0,89	24,03
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,11</b>	<b>56,9</b>
Подготовка к лабораторным работам	1,055	28,485
Самостоятельное изучение разделов курса	1,055	28,485
<b>Вид итогового контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет</b>

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Основы менеджмента и маркетинга» (Б1.В.ОД.6)**

**1 Цель дисциплины** – получение системы знаний о закономерностях функционирования предприятия в области менеджмента и маркетинга; изучение организационной структуры предприятия, формы и методы управления им.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:**

Обладать следующими компетенциями:

Общекультурными:

– способность использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-3);

Профессиональными:

– способность систематизировать и обобщать информацию по формированию и использованию ресурсов предприятия (ПК-12).

**Знать:**

- теоретические основы и методы выработки целей и стратегии бизнеса;
- принципы подготовки документации для создания системы менеджмента предприятия;
- методы и технологии принятия и реализации управленческих решений.

**Уметь:**

- принимать управленческие решения;
- собирать, обрабатывать и использовать управленческую информацию;
- распределять обязанности и ответственность.

**Владеть:**

- методами руководства персоналом;
- инструментами эффективного управления предприятием.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Модуль 1. Основы управления предприятием*

Введение. Предмет, метод и содержание дисциплины. Теория управления. Сущность и содержание управления. Основные понятия эффективности управления. Специфика управленческой деятельности, современные проблемы управления. Закономерности и принципы управления. Субъективные и объективные факторы в управлении. Система управления предприятием и ее структура. Оценка эффективности управления. Понятие системы управления, распределение функций, полномочий и ответственности. Принципы построения системы управления. Централизация и децентрализация управления. Делегирование полномочий в процессах управления.

Организационная структура предприятия и их виды. Показатели эффективности управления.

*Модуль 2. Основы менеджмента*

Цели в системе управления. Разработка стратегий и планов организации. Цели и целеполагание в управлении. Роль цели в организации и осуществлении процессов управления, классификация целей. Построение дерева целей. Сочетание разнообразия целей и функций менеджмента. Система управления по целям. Стратегия и тактика управления. Сущность, принципы и методы планирования. Процесс выработки стратегии. Формы текущего планирования. Технология разработки и принятия управленческих решений. Разработка управленческих решений. Понятие и классификация управленческих решений, основополагающие элементы деятельности, условия и критерии принятия решений, процесс и модели принятия управленческих решений, реализация управленческих решений. Власть в системе управления. Лидерство и стиль управления. Отношения власти в системе управления. Понятие и типология власти; власть и авторитет менеджера. Источники власти в управлении организацией; партнерство в процессах менеджмента. Лидерство и стиль управления. Процессы формирования и основные составляющие лидерства. Мотивационные основы управления и конфликты. Групповая динамика и конфликты.

*Модуль 3. Основы маркетинга.*

Маркетинг как система управления, регулирования и изучения рынка. Понятие маркетинга. Происхождение и сущность маркетинга, цели маркетинга. Основные признаки маркетингового стиля управления. Концепции маркетинга. Основные виды маркетинга. Маркетинговая среда. Комплекс маркетинга. Основные маркетинговые инструменты. Содержание и процесс управления маркетингом. Основные функции маркетинга. Товарная, ценовая, сбытовая и коммуникационная политики фирмы. Товарные стратегии. Разработка новых товаров.

**4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>0,9</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0,45	16
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,1</b>	<b>40</b>
Контактная самостоятельная работа		<b>0,2</b>
Подготовка к контрольным занятиям / экзамену		39,8
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>зачет</b>

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>0,9</b>	<b>24</b>
Лекции (Лек)	0,45	12
Практические занятия (ПЗ)	0,45	12
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1.1</b>	<b>30</b>
Контактная самостоятельная работа		<b>0,15</b>

Подготовка к контрольным занятиям / экзамену		29,85
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>зачет</b>

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Материаловедение и защита от коррозии для энергоресурсосберегающих химических производств» (Б1.В.ОД.7)**

### **1. Цели дисциплины:**

- приобретение студентами знаний, позволяющих оценивать поведение материалов в условиях эксплуатации, выбирать материал и технологию его обработки с целью получения заданной структуры и свойств, обеспечивающих высокую надежность и долговечность оборудования современных химических производств;

- получение информации о физической сущности явлений, происходящих в материалах, применяемых, в частности, в энергоресурсосберегающих химических производствах;

- установление зависимости между составом, строением и свойствами материалов, применяемых, в частности, в энергоресурсосберегающих химических производствах;

- изучение теории и практики различных способов упрочнения материалов, обеспечивающих высокую надежность и долговечность деталей машин и оборудования;

- изучение основных групп материалов, применяемых, в частности, в энергоресурсосберегающих химических производствах, их свойств и областей применения.

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

*Обладать* следующими общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

- готовность изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13).

#### **Знать:**

– классификацию, структуру, состав и свойства материалов, применяемых, в частности, в энергоресурсосберегающих химических производствах;

– маркировку материалов, применяемых, в частности, в энергоресурсосберегающих химических производствах, по российским и международным стандартам;

– основы коррозии металлов, принципы и методы защиты от коррозии;

– применение материалов с позиций энерго- и ресурсосбережения;

– основные конструкционные и функциональные материалы энергоресурсосберегающих химических производств;

#### **Уметь:**

– анализировать физико-химические и механические свойства материалов, их коррозионную стойкость и технологичность;

– подбирать конструкционный материал для машин и аппаратов химических производств с учетом методов защиты от возможного воздействия технологической среды и рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов.

#### **Владеть:**

– простейшими операциями определения свойств материалов, применяемых, в частности, в энергоресурсосберегающих химических производствах.

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

Материаловедение как наука: цели, задачи и значение дисциплины. Значение

материалов в развитии химико-технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду.

Основные понятия о строении, структуре и свойствах материалов. Методы изучения структуры и свойств материалов.

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.

Металлические материалы.

Железо и сплавы на его основе. Стали и чугуны, их свойства, область применения, маркировка.

Диаграммы состояния железо-цементит. Компоненты, фазы и структурные составляющие сталей и белых чугунов.

Влияние термической обработки на механические свойства стали. Физические основы химико-термической и термомеханической обработки.

Цветные металлы и сплавы на их основе. Общая характеристика и классификация сплавов.

Основы коррозии металлов. Принципы и методы защиты от коррозии.

Химическая коррозия. Электрохимическая коррозия. Коррозия металлов в условиях технологических сред химических производств. Коррозионностойкие металлические материалы.

Материалы на основе высокомолекулярных соединений. Основные разновидности промышленных полимеров и пластмасс.

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 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). Керамические композиционные материалы.

7.Экономически обоснованный выбор материалов для конкретных целей.

Выбор конструкционных материалов для энергоресурсосберегающих производств и переработки пластмасс. Экологические, энерго- и ресурсосберегающие аспекты материаловедения и защиты металлов от коррозии.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>1,3</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,9	32
Практические занятия (ПЗ)	0,4	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>60</b>
Реферат	0,6	20
Контактная самостоятельная работа	1,1	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		39,8

Вид контроля: зачет / экзамен		зачет
Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>1,3</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0,9	24
Практические занятия (ПЗ)	0,4	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>45</b>
Реферат	0,6	15
Контактная самостоятельная работа	1,1	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		29,85
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>зачет</b>

**Аннотация рабочей программы дисциплины «Инструментальные методы химического анализа для энергосберегающих химических производств» (Б1.В.ОД.8)**

**1. Цели и задачи дисциплины**

Цель дисциплины: приобретение обучающимися знаний по основным группам методов химического анализа, наиболее широко применяемых в промышленности и исследовательской работе, а также компетенций, необходимых химикам-технологам всех специальностей для решения конкретных задач химического анализа.

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

овладеть следующими компетенциями:

способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ПК-14);

способностью планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-15);

**Знать:**

- теоретические основы методов ИМХА;
- процессы формирования аналитического сигнала в различных ИМХА;
- рассмотрение принципов измерений в стандартных приборах;
- основы метрологии ИМХА в соответствии с рекомендациями ИЮПАК.–

**Уметь:**

- применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных химико-аналитических задач;

**Владеть:**

- методологией ИМХА, широко используемых в современной аналитической практике;

- системой выбора метода качественного и количественного химического анализа;

- оценкой возможностей метода анализа;

- основными способами метрологической обработки результатов количественного химического анализа.

**3. Краткое содержание дисциплины**

Общая характеристика ИМХА. Основные источники погрешностей результатов анализа и способы их оценки. Оценка предела обнаружения с использованием формулы Кайзера и стандартного отклонения минимального детектируемого сигнала по ИЮПАК. Линейный диапазон определяемых концентраций. Стандартные образцы состава. Основные

аналитико-метрологические характеристики методов и результатов анализа, способы их оценки: предел обнаружения, коэффициент чувствительности, границы диапазонов определяемых содержаний, селективность, прецизионность, правильность, экспрессность. Методы пробоотбора, разделения и концентрирования веществ.

Методология ИМХА. Приемы количественных измерений (метод градуировочной зависимости, внешнего и внутреннего стандарта, метод добавок). Аналитические и метрологические характеристики различных инструментальных методов. Понятие об аттестованной методике. Проблемы выбора метода анализа. Обобщенные сведения о ГОСТ Р ИСО 5725 (2002).

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

Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Теоретические основы атомно-эмиссионного спектрального анализа. Источники возбуждения спектров. Качественная характеристика аналитического сигнала. Интенсивность спектральных линий как мера содержания элемента в пробе. Факторы, влияющие на интенсивность спектральных линий. Спектральные приборы и способы регистрации спектра. расшифровка эмиссионных спектров и идентификация элементов по их спектрам. Атомно-эмиссионный анализ с индуктивно связанной плазмой. Количественный анализ. Атомно-эмиссионная фотометрия пламени. Газовые пламена как виды низкотемпературной плазмы. Блок-схема пламенного фотометра. Возможности метода и его ограничения. Анионный и катионный эффекты. Области применения.

Атомно-абсорбционная спектрометрия. Общая характеристика метода и аналитического сигнала. Поглощение электромагнитного излучения свободными атомами. Блок-схема прибора. Источники монохроматического излучения. Способы атомизации пробы. Сравнение аналитических характеристик методов атомной абсорбции и атомной эмиссии.

Аналитическая молекулярная спектроскопия. Методы оптической молекулярной спектроскопии. Характеристика аналитического сигнала. Поглощение электромагнитного излучения молекулами. Электронные переходы и спектры поглощения молекул. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Молярный коэффициент поглощения. Спектрофотометрический и фотометрический анализ. Оптимизация условий аналитических определений. Отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера. Аппаратура для спектро- и фотометрических измерений. Точность результатов фотометрических определений. Дифференциальная фотометрия. Методы спектрофотометрического титрования.

Флуориметрический анализ. Природа аналитического сигнала флуоресценции и фосфоресценции. Квантовый и энергетический выходы. Факторы, влияющие на интенсивность флуоресценции. Температурное и концентрационное тушение флуоресценции. Зеркальная симметрия спектров поглощения и испускания (правило Левшина). Закон Вавилова. Схема флуориметрических измерений. Выбор первичного и вторичного светофильтров. Градуировочная зависимость и количественный анализ.

Турбидиметрический и нефелометрический методы анализа. Рассеяние света дисперсными системами. Связь оптической плотности дисперсной системы с концентрацией определяемого вещества. Коэффициент мутности системы. Теоретические основы турбидиметрии и нефелометрии. Уравнение Рэлея. Сравнительная характеристика аналитических сигналов в турбидиметрии и нефелометрии. Требования, предъявляемые к используемым аналитическим реакциям.

Общая характеристика электрохимических методов анализа и их классификация. Классификация электродов в электрохимических методах анализа. Поляризуемые и неполяризуемые электроды. Используемые химические и электрохимические реакции, требования, предъявляемые к этим реакциям. Возможности ЭХМА.



Кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Общая характеристика метода. Аналитический сигнал в кондуктометрии. Удельная и эквивалентная электропроводность растворов электролитов. Подвижность ионов. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Кривые титрования. Факторы, влияющие на вид кривых титрования. Принципиальная схема установки для кондуктометрических измерений, используемые электроды. Возможности метода. Примеры определений. Высокочастотное титрование. Возможности метода.

Потенциометрия и потенциометрическое титрование. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Потенциал электрода как аналитический сигнал. Ионметрия. Доннановский и диффузионный потенциалы. Классификация ионоселективных электродов. Уравнение Никольского-Эйзенмана. Методы количественных определений и условия их применения. Прямая потенциометрия (рН-метрия, ионметрия). Возможности метода. Методы титрования. Обработка кривых потенциометрического титрования.

Вольтамперометрические методы анализа. Классическая полярография. Полярограммы. Интерпретация полярограмм. Остаточный и конденсаторный токи. Уравнение полярографической волны Гейровского-Ильковича. Потенциал полуволны как качественная характеристика аналитического сигнала. Выбор и назначение полярографического фона. Предельный диффузионный ток как количественная характеристика аналитического сигнала. Амперометрическое титрование. Общая характеристика метода и аналитического сигнала. Выбор условий амперометрических измерений. Принципиальная схема амперометрического титрования. Кривые титрования. Примеры практического использования метода.

Кулонометрический метод анализа

Классификация методов кулонометрии. Количество электричества как аналитический сигнал. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Расчет количества электричества, затраченного на электрохимическую реакцию. Кулонометрическое титрование. Выбор тока электролиза. Принципиальная схема установки для кулонометрического титрования. Практическое применение метода. Электрогравиметрический анализ. Общая характеристика метода и аналитического сигнала.

Общая характеристика хроматографических методов. Теоретические основы хроматографических методов. Хроматограмма. Параметры удерживания. Качественная и количественная характеристики аналитического сигнала в колоночной хроматографии. Физико-химические основы хроматографического процесса. Классификация методов хроматографии по агрегатному состоянию фаз, по механизму разделения и способу оформления процесса. Степень разделения и критерий селективности. Критерий разделения. Оптимизация процессов разделения смесей веществ. Коэффициент распределения. Основное уравнение хроматографии. Связь формы выходной кривой с изотермой распределения в колоночной хроматографии. Высота, эквивалентная теоретической тарелке. Кинетическая теория хроматографии. Уравнение Ван-Деемтера.

Газожидкостная хроматография. Общая характеристика метода. Принципиальная схема газового хроматографа. Устройство и назначение узлов хроматографа. Требования, предъявляемые к неподвижной и подвижной фазам. Детекторы. Методы идентификации веществ в газовой хроматографии. Идентификация компонентов разделяемых смесей с помощью логарифмических индексов удерживания. Способы количественного анализа. Примеры практического использования газовой хроматографии.

Жидкостная хроматография. Классификация методов жидкостной хроматографии. Особенности ВЭЖХ. Принципиальная схема жидкостного хроматографа. Типы детекторов в ВЭЖХ. Жидкостноадсорбционная ВЭЖХ. Нормально-фазовый и обращено-фазовый варианты: сорбенты, элюенты, разделяемые вещества. Уравнение Нокса. Методы идентификации веществ и количественного анализа в ВЭЖХ. Примеры практического использования ВЭЖХ. Распределительная бумажная хроматография. Качественная и

количественная характеристики аналитического сигнала. Область применения. Гель-хроматография. Подвижная и неподвижная фазы. Общее уравнение, описывающее процесс гель-хроматографии. Возможности гель-хроматографии. Примеры практического использования. Ионообменная и ионная хроматография. Требования, предъявляемые к реакциям ионного обмена. Особенности ионообменной хроматографии. Константа ионного обмена. Изотермы ионного обмена. Катиониты и аниониты. Коэффициент селективности. Ионная хроматография. Блок-схема ионного хроматографа. Разделяющие и компенсационные колонки. Аналитические возможности метода.

Автоматический и автоматизированный анализ. Другие методы анализа. Дискретные автоматические анализаторы. Принцип действия. Непрерывный проточный анализ и проточно-инжекционный анализ. Понятие об аналитической масс-спектрометрии. Сущность метода. Анализ органических веществ. Элементный анализ.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>1108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,4	16
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,9	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>60</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,7	59,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	-	<b>Зачет с оценкой</b>

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0,4	12
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,9	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>45</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,7	44,85
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	-	<b>Зачет с оценкой</b>

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов в энергоресурсосберегающих химических производствах» (Б1.В.ОД.9)

**1.Цель дисциплины:** получение студентами-бакалаврами знаний в области компьютерного моделирования химико-технологических процессов с применением современных систем компьютерной математики, в частности MATLAB и VBA, а также приобретение ими практических навыков разработки данных компьютерных моделей с одновременным решением задач структурной и параметрической идентификации.

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

**обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- способностью анализировать технологический процесс как объект управления (ПК-9);
- способностью систематизировать и обобщать информацию по формированию и использованию ресурсов предприятия (ПК-12);
- готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13);
- способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ПК-14);
- способностью планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-15);
- способностью моделировать энерго-и ресурсосберегающие процессы в промышленности (ПК-16);

**В результате освоения дисциплины студент-бакалавр должен:**

**Знать**

- методы построения эмпирических (вероятностно-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, а также уметь использовать в своей практической деятельности для достижения этих целей известные пакеты прикладных программ.

**Владеть**

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

**3. Краткое содержание дисциплины**

3.1. 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.

3.2. Построение эмпирических моделей:

- Формулировка задачи аппроксимации данных для описания экспериментальных зависимостей и получения эмпирических моделей процессов. Виды критериев

аппроксимации. Критерий метода наименьших квадратов. Решение задачи аппроксимации для нелинейных и линейных по параметрам моделей. Матричная формулировка задачи аппроксимации. Аналитический и алгоритмический подходы для решения задачи аппроксимации для линейных и линеаризованных моделей методом наименьших квадратов;

- закон нормального 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;
- 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;
- 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;
- 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);
- 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.

### 3.3. Построение физико-химических моделей:

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

- 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);
- 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;
- 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;
- 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;

- 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;
- 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;
- 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;
- 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.

#### 3.4. Основы оптимизации химико-технологических процессов:

- 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;
- 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.

### 3.5. Заключение:

- 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;
- 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

	Количество зачетных един.	Всего часов в семестре
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
В том числе на обучение	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>
Лекции	0,89	32
Практические занятия	-	-
Лабораторные работы	0,44	16
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,66</b>	<b>60</b>
Расчетно-графические работы	-	-
Другие виды самостоятельной работы	1,67	60
<b>Вид итогового контроля знаний</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

	Количество зачетных един.	Всего часов в семестре
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
В том числе на обучение	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>35,91</b>
Лекции	0,89	24,03
Практические занятия	-	-
Лабораторные работы	0,44	11,88
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,66</b>	<b>44,82</b>
Расчетно-графические работы	-	-
Другие виды самостоятельной работы	1,67	44,82
<b>Вид итогового контроля знаний</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Органическая химия в энергоресурсосберегающих химических производствах» (Б1.В.ОД.10)

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

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

*Обладать* следующими профессиональными компетенциями (ПК):

- готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13)
- способностью планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-15).

**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**

Галогенопроизводные. Классификация. Номенклатура. Алкил- и аллилгалогениды. ароматические галогениды. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Физические свойства. Реакции нуклеофильного замещения и отщепления. Понятие нуклеофильности и основности реагентов. Амбидентные нуклеофильные реагенты.

Металлорганические соединения. Типы связей в элементарноорганических соединениях. Способы получения литий- и магнийорганических соединений. Реакция Гриньяра, механизм. Реакции с карбонильными соединениями.

Спирты. Фенолы. Простые эфиры. Эпоксисоединения. Альдегиды, кетоны. Карбоновые кислоты и их производные. В каждом классе рассматриваются следующие разделы: изомерия, номенклатура, физические и химические свойства. Механизмы реакций. Кумольный метод получения фенола и ацетона, как пример рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов.

Карбоновые кислоты и их функциональные производные. В каждом классе рассматриваются следующие разделы: изомерия, номенклатура, физические и химические свойства, способы получения. Механизмы реакций.

«Зеленые» синтезы, как пример энергоресурсосбережения.

Малоновый эфир. Получение. Строение, СН-Кислотность. Реакции конденсации малонового эфира и малоновой кислоты с альдегидами. Аминокислоты. Дикарбоновые кислоты.

Азотсодержащие соединения. Нитросоединения. Амины. В каждом классе рассматриваются следующие разделы: изомерия, номенклатура, физические и химические свойства, способы получения. Механизмы реакций.

Аза- и diaзосоединения

Получение diaзосоединений реакцией diaзотирования: условия проведения

**4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Объем	
	В зачетных единицах	В академических часах



<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>
Лекции (Лек)	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32
Лаборатория	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>
Другие виды самостоятельной работы	2,22	80
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>1</b>	<b>Экзамен (36)</b>
- Подготовка к экзамену		<b>35,6</b>
<b>Контактная работа – промежуточная аттестация</b>		<b>0,4</b>

Вид учебной работы	Объем	
	В зачетных единицах	В астрономических часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	24
Лаборатория	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>
Другие виды самостоятельной работы	2,22	60
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>1</b>	<b>Экзамен (27)</b>
Подготовка к экзамену		<b>26,7</b>
<b>Контактная работа – промежуточная аттестация</b>		<b>0,3</b>

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Физическая химия основных процессов энергоресурсоэффективных производств» (Б1.В.ОД.11)**

**1. Цель дисциплины** – ознакомиться с термодинамической теорией растворов электролитов и электрохимических цепей (гальванических элементов), понять основные кинетические закономерности протекания химических процессов, роль катализа для химической технологии.

**2. В результате изучения курса «Физическая химия основных процессов энергоресурсоэффективных производств» студент должен:**

Обладать следующими общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);
- способностью использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3);
- способностью планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-15).

**Знать:**

- отличительные особенности в поведении растворов электролитов, связанные с прохождением электрического тока;
- теорию гальванических явлений;
- теории кинетики, пути теоретического расчета скоростей химических реакций и ограничения в применимости расчетных методов;
- основы теории фотохимических и цепных реакций, особенности их стадийного протекания и условия осуществления;
- основные черты гомогенного и гетерогенного катализа, причины ускорения химического процесса в присутствии катализатора.

**Уметь:**

- применять кондуктометрические и потенциометрические измерения для определения термодинамических функций химических реакций, константы диссоциации, произведения растворимости, рН растворов и т.д.
- 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 проведенных опытов.

**Владеть:**

- комплексом современных электрохимических методов исследования для определения термодинамических характеристик электролитов и химических реакций;
- 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**

**Растворы электролитов.** Электростатическая теория Дебая-Хюккеля. Расчет активности и средних ионных коэффициентов активности сильных электролитов в разбавленных и концентрированных растворах и растворах умеренной концентрации. Удельная и молярная электрические проводимости. Скорость движения и подвижность ионов. Предельные молярные электропроводности ионов. Закон независимого движения ионов Кольрауша. Применение измерений электрической проводимости для определения степени и константы диссоциации слабых электролитов.

**Электрохимические системы (цепи).** Возникновение скачка потенциала на границе раздела проводников I и II рода. Двойной электрический слой. Электродвижущая сила гальванического элемента, электродный потенциал. Термодинамическая теория гальванических явлений, уравнение Нернста. Электрохимическая форма основного уравнения термодинамики, температурный коэффициент ЭДС. Электроды I и II рода, газовые и окислительно-восстановительные электроды. Типы гальванических элементов: химические, концентрационные, с переносом и без переноса. Химические источники тока, топливные элементы.

**Химическая кинетика.** Скорость химической реакции, константа скорости, порядок и молекулярность реакции. Кинетика необратимых реакций 1-го, 2-го, 3-го и нулевого порядков. Дифференциальные и интегральные методы определения порядка реакции. Сложные реакции. Принцип независимого протекания элементарных реакций. Обратимые, параллельные и последовательные реакции 1-го порядка. Влияние температуры на скорость реакции, приближенное правило Вант-Гоффа. Уравнение

Аррениуса, дифференциальная и интегральные формы уравнения. Экспоненциальная форма уравнения Аррениуса. Энергия активации и предэкспоненциальный множитель.

Теории химической кинетики: теория активных соударений и теория переходного состояния ТПС (активированного комплекса). Энтальпия и энтропия активации. Фотохимические реакции. Химические и фотофизические стадии, вторичные процессы. Кинетика фотохимических реакций. Сенсibilизированные фотохимические реакции. Цепные реакции, механизмы зарождения, развития и обрыва цепи. Неразветвленные и разветвленные цепные реакции. Вероятностная теория разветвленных реакций. Предельные явления в цепных реакциях, нижний и верхний пределы воспламенения.

**Катализ.** Гомогенный и гетерогенный катализ. Основные закономерности каталитических реакций. Влияние катализатора на термодинамические и кинетические параметры реакции. Селективность катализатора, каталитическая активность. Гомогенный катализ. Слитный и раздельный механизмы каталитического действия. Энергетические диаграммы взаимодействия реагентов с катализатором. Общий и специфический кислотно-основной катализ. Катализ комплексами переходных металлов. Ферментативный катализ. Гетерогенный катализ. Типы гетерогенных катализаторов. Закон действующих поверхностей. Кинетика гетерогенных реакций.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	в зачетных единицах	в академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5,0</b>	<b>180</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>1,8</b>	<b>64</b>
Лекции (Лек)	0,9	32
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,2</b>	<b>80</b>
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	экзамен (1,0)	<b>экзамен (36)</b>
Подготовка к экзамену		<b>35,6</b>
<b>Контактная работа – промежуточная аттестация</b>		<b>0,4</b>

Виды учебной работы	в зачетных единицах	в астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5,0</b>	<b>135</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>1,8</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,9	24
Практические занятия (ПЗ)	0,9	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	экзамен (1,0)	<b>экзамен (27)</b>
Подготовка к экзамену		<b>26,7</b>
<b>Контактная работа – промежуточная аттестация</b>		<b>0,3</b>

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Лабораторный практикум по органической химии» (Б1.В.ОД.12)

**1. Цель дисциплины** – приобретение студентами основных синтеза органических веществ.

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

Обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК):

- готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13)
- способностью планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-15).

#### **Знать:**

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

#### **Уметь:**

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

#### **Владеть:**

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

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

Безопасные приемы и правила работы в лаборатории органической химии. Общие методы работы в лаборатории органической химии. Посуда, наиболее часто применяемая в лаборатории. Нагревание. Охлаждение. Перемешивание. Методы идентификации и очистки органических веществ. Идентификация органических веществ посредством различных видов хроматографии (ТСХ, хроматография на бумаге,

ионообменная хроматография, ВЭЖХ), температуры плавления и рефрактометрии. Методы спектральной идентификации органических соединений.

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

Проведение реакций, протекающих по механизмам:

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

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>0,89</b>	<b>32</b>
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лаборатория	0,89	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,11</b>	<b>40</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		<b>39,8</b>
Контактная самостоятельная работа		<b>0,2</b>
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>-</b>	<b>Зачет</b>

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>0,89</b>	<b>24</b>
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лаборатория	0,89	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,11</b>	<b>30</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		<b>39,85</b>
Контактная самостоятельная работа		<b>0,15</b>
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>-</b>	<b>Зачет</b>

**Аннотация рабочей программы дисциплины «Лабораторные работы по физической химии основных процессов энергоресурсоэффективных производств» (Б1.В.ОД.13)**

**1. Цель дисциплины** – ознакомить и раскрыть возможности основных базовых экспериментальных методов физической химии, научить студента видеть области и пределы применения этих методов исследования, четко понимать их принципиальные возможности и ограничения при решении конкретных экспериментальных задач.

**2. В результате изучения курса «Лабораторные работы по физической химии основных процессов энергоресурсоэффективных производств» студент должен:**

Обладать следующими общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);
- способностью использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3);
- способность планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-15).

**Знать:**

- принципы работы и схемы используемых измерительных установок;
- возможности методов спектроскопии для проведения качественного и количественного анализа химических систем, определения термодинамических свойств химических веществ;
- кондуктометрический и потенциометрический методы нахождения термодинамических характеристик электролитов (активностей и коэффициентов активности, константы диссоциации, термодинамических характеристик реакции);
- физико-химические методы исследования и анализа фазовых равновесий в одно- и многокомпонентных системах, пути построения фазовых диаграмм состояния;
- экспериментальные методы изучения кинетики химических реакций, способы определения констант скоростей и порядка химических реакций.
- калориметрические методы определения теплоёмкости, тепловых эффектов и других термодинамических свойств изучаемых объектов.

**Уметь:**

- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии при решении профессиональных задач;
- сформулировать проблему и обосновать выбор экспериментального метода исследования, поставить цели и задачи и наметить пути их достижения;
- провести математическую обработку экспериментальных данных на базе теоретических знаний по физической химии;
- представлять данные лабораторного исследования в графической форме и на основе полученных зависимостей определять соответствующие термодинамические и кинетические характеристики химической системы и химического процесса;
- проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов.

**Владеть:**

- комплексом современных экспериментальных методов физической химии для решения конкретных исследовательских задач;
- экспериментальными методами исследования состояния химического равновесия и кинетики химического процесса.
- приемами обработки полученных опытных данных для выявления и установления взаимосвязей между термодинамическими свойствами и физическими параметрами процесса;

– знаниями основных законов физической химии для содержательной интерпретации полученных экспериментальных результатов.

### 3. Краткое содержание дисциплины

Применение методов физико-химического исследования для определения термодинамических и кинетических характеристик химических систем.

**Спектрохимические методы исследования.** Качественный анализ вещества (определение межъядерных расстояний, моментов инерции молекул). Определение количественных характеристик (степени диссоциации и константы диссоциации электролитов, теплоёмкости вещества).

**Электрохимические методы исследования. Кондуктометрия.** Определение константы диссоциации слабого электролита, степени диссоциации, электрической проводимости при бесконечном разбавлении кондуктометрическим методом.

**Потенциометрия.** Определение термодинамических характеристик химической реакции ( $\Delta_r H^\circ$ ,  $\Delta_r G^\circ$ ,  $\Delta_r S^\circ$ ), температурного коэффициента ЭДС ( $dE^\circ/dT$ ), стандартной ЭДС ( $E^\circ$ ), изучение влияния добавок на потенциал электрода.

**Фазовое равновесие в однокомпонентных системах. Физико-химический анализ.** Изучение зависимости свойств системы от её состава. Кривые охлаждения. Определение состава эвтектической смеси. Построение диаграмм кипения и диаграмм плавкости для бинарных систем. Ограниченная растворимость в трёхкомпонентных системах.

**Химическое равновесие.** Определение константы химического равновесия и теплового эффекта химической реакции на примере реакций разложения.

**Термохимия. Калориметрия.** Определение теплоёмкости веществ калориметрическим методом.

### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	в зачетных единицах	в академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3,0</b>	<b>108</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>0,89</b>	<b>32</b>
Лаборатория	0,89	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>		<b>76</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	<b>2,11</b>	<b>75,8</b>
Контактная самостоятельная работа		<b>0,2</b>
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	–	<b>зачет</b>

Виды учебной работы	в зачетных единицах	в астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3,0</b>	<b>81</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>0,89</b>	<b>24</b>
Лаборатория	0,89	24

<b>Самостоятельная работа (СР):</b>		<b>57</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	<b>2,11</b>	<b>56,85</b>
Контактная самостоятельная работа		<b>0,15</b>
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>–</b>	<b>зачет</b>

**Аннотация рабочей программы дисциплины «Лабораторный практикум по процессам и аппаратам химической технологии» (Б1.В.ОД.14)**

**1. Цель дисциплины:**

Закрепление знаний, полученных при изучении дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» в области основ гидравлических, теплообменных и массообменных процессов, что необходимо при подготовке бакалавров по данному направлению для научно-исследовательской и проектно-технологической деятельности.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен**

**овладеть следующими общепрофессиональными компетенциями (ОПК) и профессиональными компетенциями (ПК):**

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК – 2);

- способностью использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК – 3);

- способностью планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты в области научно-исследовательской деятельности (ПК -15)

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

**Знать:**

- законы переноса импульса, теплоты и массы;
- основные уравнения прикладной гидравлики и закономерности перемещения жидкостей;
- основные закономерности процессов осаждения, фильтрования и течения через зернистые слои;
- физическую сущность процессов тепло- и массообмена; основные кинетические закономерности массопереноса для систем газ(пар)-жидкость;
- типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета.

**Уметь:**

- определять характер движения жидкостей и газов;
- использовать основные кинетические закономерности тепло- и массопереноса при анализе тепловых и массообменных процессов;
- составлять материальные и тепловые балансы для систем газ(пар)-жидкость;
- рассчитывать параметры насосного, тепло- и массообменного оборудования;
- составлять технологические схемы и изображать на них основные аппараты;
- анализировать экспериментально полученные и теоретически рассчитанные показатели работы аппаратов.

**Владеть:**

- методологией расчета гидромеханических, тепловых и массообменных процессов.
- методами составления технологических схем.



### 3. Краткое содержание дисциплины

№ п/п	<i>Наименование лабораторных работ</i>
1	Определение режимов течения жидкостей.
2	Изучение профиля скоростей потока в трубопроводе.
3	Гидравлическое сопротивление в трубопроводах (металлическом и стеклянном) и элементах трубопроводной арматуры.
4	Определение гидравлического сопротивления прямого участка трубопровода.
5	Определение гидравлического сопротивления в элементах трубопроводной арматуры (диафрагма, дроссельный вентиль).
6	Определение гидродинамического сопротивления сухой ситчатой тарелки колонного аппарата.
7	Определение гидравлического сопротивления орошаемой ситчатой тарелки колонного аппарата.
8	Измерение гидравлического сопротивления трубного и межтрубного пространства теплообменного аппарата.
9	Калибровка расходомера весовым методом.
10	Изучение характеристик центробежных насосов.
11	Определение коэффициента теплопередачи в двухтрубных теплообменниках.
12	Теплопередача в металлическом и стеклянном кожухотрубных теплообменниках.
13	Интенсивность теплопередачи в пластинчатом теплообменнике
14	Изучение процесса нестационарного теплообмена в аппарате с мешалкой и погружным змеевиком.
15	Определение коэффициентов массоотдачи в газовой фазе при испарении жидкости в воздушный поток или при конденсации пара на пленке жидкости в насадочной колонне.
16	Определение коэффициентов массоотдачи в жидкой фазе при десорбции диоксида углерода из воды в пленочной колонне.
17	Изучение совместного тепло- и массообмена в насадочной колонне.
18	Изучение процесса простой перегонки бинарной смеси изопропанол-вода.
19	Изучение процесса простой перегонки бинарной смеси вода-этиленгликоль.

20	Изучение процесса периодической ректификации бинарной смеси этанол-вода.
21	Разделение растворов низкомолекулярных веществ обратным осмосом.
22	Определение скорости свободного осаждения твердых частиц и всплытия пузырей в жидкостях.
23	Изучение процесса фильтрования суспензии.
24	Гидродинамика неподвижного и псевдоожиженного зернистого слоя.

#### 4.Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	Всего		VI семестр	
	Зач. ед.	Ак. час.	Зач. ед.	Ак. час.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	72	2	72
<b>Контактная работа (КР):</b>	0,89	32	0,89	32
Лекции (Лек)	-	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-	-
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,89	32	0,89	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	1,11	40	1,11	40
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		39.8		39.8
Контактная самостоятельная работа		0.2		0.2
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>Зачет с оценкой</b>			

Виды учебной работы	Всего		VI семестр	
	Зач. ед.	Астр. час.	Зач. ед.	Астр. час.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	54	2	54
<b>Контактная работа (КР):</b>	0,89	24	0,89	24
Лекции (Лек)	-	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-	-
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,89	24	0,89	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	1,11	30	1,11	30
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		29.85		29.85
Контактная самостоятельная работа		0.15		0.15
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>Зачет с оценкой</b>			

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Проектирование процессов и аппаратов химической технологии» (Б1.В.ОД.15)**

### **1. Цель дисциплины:**

Существенно расширить, систематизировать и использовать на практике знания основ гидравлических, тепловых и массообменных процессов химической технологии, позволяющих выпускникам осуществлять научно-исследовательскую и практическую работу на предприятиях.

### **2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен овладеть следующими компетенциями:**

*Профессиональными (ПК):*

- способностью планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-15).

### **В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

#### **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. Описание принципиальной схемы ректификационной установки непрерывного действия. Сравнение и области применения насадочных и тарельчатых колонн. Построение равновесной линии на основе полученных индивидуальных заданий.

Модуль 1. Расчет ректификационной колонны.

Расчет насадочной и тарельчатой ректификационной колонн непрерывного действия. Материальный баланс колонны. Расчет минимального и рабочего флегмового числа. Построение рабочих линий. Расчет скорости паров и диаметра колонны. Определение высоты аппарата. Расчет гидравлического сопротивления колонны. Сравнение данных расчета насадочной и тарельчатой колонн. Сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчетов. Выбор колонны.

Модуль 2. Расчет и выбор теплообменников.

Расчет и выбор теплообменников (испарителя, конденсатора, подогревателя, холодильников дистиллята и кубового остатка) по общей схеме. Сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчетов. Гидравлический расчет. Выбор оптимального варианта теплообменника.

Модуль 3. Гидродинамические расчеты.

Расчет гидравлического сопротивления трубопроводов. Расчет оптимальных диаметров трубопроводов. Расчет и подбор насосов.

Модуль 4. Графическое оформление.

Технологическая схема. Ректификационная колонна определенного типа с изображением деталей контактных элементов, рассчитанных в модуле 1.

#### 4.Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	VII семестр	
	В академических часах	В зачетных единицах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>72</b>	<b>2,0</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>16</b>	<b>0,44</b>
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	16	0,44
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>56</b>	<b>1,55</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	55.8	
Контактная самостоятельная работа	0.2	
<b>Вид итогового контроля: зачет</b>		

Вид учебной работы	VII семестр	
	В академических часах	В зачетных единицах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>54</b>	<b>2,0</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>12</b>	<b>0,44</b>
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	12	0,44
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>42</b>	<b>1,55</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	41.85	
Контактная самостоятельная работа	0.15	
<b>Вид итогового контроля: зачет</b>		

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Лабораторный практикум по цифровизации химических технологий» (Б1.В.ОД.16)

**1.Цели дисциплины** Лабораторный практикум по цифровизации химических технологий :

- формирование углубленных знаний физико-химической сущности процессов энерго- и ресурсосбережения с последующим анализом результатов;
- формирование целостного представления о физических основ энергосбережения, теплопроводность. Законы теплопроводности;
- определение технологических показателей по результатам измерений других, связанных с ними показателей (косвенные измерения);
- изучение методов систематизации научно-технической информации, выбора методик и научных средств решения задач;

- формирование умения применения расчетных методов учета тепловой энергии;
- формирование навыков работы в расчёте расхода материальных и энергетических ресурсов на осуществление производства; разработки методика анализа эффективности использования энергии

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

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- способностью анализировать технологический процесс как объект управления (ПК - 9);
- готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13);
- способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ПК-14);
- способностью планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-15);
- способностью моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности (ПК-16);

**Знать:**

- фундаментальные основы применения программно-информационных средств для автоматизации расчетов составляющих теплового баланса;
- энергетический анализ эффективности перемещения насыщенного водяного пара по трубопроводу

**Уметь:**

- анализировать эффективность использования энергии

**Владеть:**

- навыками работы в расчётах расхода материальных и энергетических ресурсов на осуществление производства

**3. Краткое содержание дисциплины:**

**Раздел 1. Особенности энерго- и ресурсосбережения в нефтегазохимическом комплексе.** Химическая промышленность. Продукция химической промышленности: топливо и пластмассы, резина, технические газы, лекарства, одежда и продукты питания, красители. В химической промышленности основными направлениями энерго- и ресурсосбережения являются:

повышение КПД печей путем внедрения теплоутилизационного оборудования, замена устаревших горелочных устройств, усиление теплоизоляции, оптимизация режима горения на основе оснащения печей средствами автоматического контроля и управления режимом горения; комбинирование технологических процессов, применение новых высокоэффективных катализаторов и экстрагентов; модернизация действующих технологических установок; комбинированное производство электроэнергии и тепла с использованием газотурбинных ТЭЦ; плановая замена действующих агрегатов крупнотоннажных производств аммиака на агрегаты нового поколения АМ-80, АМ-85 и АМ-90; совершенствование технологических процессов производства калийных удобрений, апатитового концентрата, желтого фосфора, капролактама, карбамида, серной кислоты и других продуктов ввод высокопроизводительных агрегатов АК-72, АК-72М по производству слабой азотной кислоты.

Нефтехимическая промышленность. Одной из самых важных отраслей химической промышленности является нефтехимическая промышленность. Данная отрасль занимается производством синтетических материалов и различных изделий, используя для этого продукты переработки нефти. На предприятиях нефтехимической промышленности производятся такие виды материалов, как каучук синтетический, сажа, полиэтилен, пропилен, этилен, бытовая химия и моющие средства, удобрения. В

нефтехимической промышленности основным направлением энерго- и ресурсосбережения является техническое перевооружение производств бутиловых спиртов, синтетического каучука, этилена, пропилена со снижением удельных расходов природного газа. План развития газо- и нефтехимии России на период до 2030 года, утвержденный приказом Минэнерго России от 1 марта 2012 г., определяет основные стратегические цели, а также направления, механизмы и инструменты их достижения на базе реализации крупных инвестиционных проектов по переработке легкого углеводородного сырья в крупнотоннажную продукцию нефтегазохимии.

Нефтяная промышленность – отрасль экономики, занимающаяся добычей, переработкой, транспортировкой, складированием и продажей природного полезного ископаемого – нефти – и сопутствующих нефтепродуктов.

Предприятия нефтеперерабатывающей промышленности производят топливо для двигателей и самолетов, дизельное топливо, мазут, сжиженный нефтяной газ, смазочные масла и сырье для химических заводов. Сырая нефть очищается до нефти, которая служит сырьем для производства ацетилен, метанола, аммиака и многих других химических продуктов.

В газовой промышленности энерго- и ресурсосбережение планируется осуществлять за счет: технического перевооружения газотранспортных систем с заменой низкоэкономичных газоперекачивающих агрегатов с газотурбинным приводом на высокоэкономичные с КПД 36–43 % (в комплекте с теплоиспользующим оборудованием); внедрения низконапорных технологий транспорта газа; широкого применения эффективных систем управления и антипомпажного регулирования; совершенствования системы измерения расхода газа; внедрения высокоэффективного утилизационного оборудования, в том числе регенераторов, подогревателей газа и теплообменников; использования парогазовых установок для приводов нагнетателей газа и электрогенераторов; углубления комплексной переработки газа с извлечением ценных компонентов: серы, этана, пропан-бутана, гелия, водорода, и др.; увеличения на 15–20 % доли электропривода в системе транспорта газа, внедрение регулируемого привода; применения газорасширительных турбин на газораспределительных станциях и пунктах магистральных газопроводов для производства дополнительной электроэнергии без дополнительных затрат топлива; снижения удельного расхода газа на собственные нужды на 20–25 %. использования вторичных энергоресурсов газокomppressorных станций на цели теплоснабжения.

**Раздел 2. Расчёт расхода материальных и энергетических ресурсов на осуществление производства** Производство любого продукта химической промышленности осуществляется по определённой технологии. Технология представляет совокупность технологических процессов, осуществляемых в определённой последовательности, оборудования для их проведения и средств управления процессами, позволяющими осуществить превращение исходных веществ в продукты. Технологический процесс – целенаправленное воздействие на перерабатываемые вещества, приводящее к изменению их качественных показателей. Химическое предприятие в качестве ресурсов потребляет различные виды сырья. Минимально необходимое для достижения цели количество ресурсов определяется на основании материальных и тепловых балансов для каждой технологической стадии. К сожалению, как технологические процессы, так и оборудование для их осуществления несовершенны.

Поэтому использование ресурсов в технологии сопряжено с необратимыми их потерями. Определение потребного количества сырья. Производительность технологической линии определяется количеством продукта, полученного на выходе из нее. Вся технологическая цепочка может быть представлена в виде отдельных укрупнённых блоков: подготовка сырья к химическому превращению; химическое превращение сырья в продукты химической реакции; выделение целевого продукта из смеси продуктов синтеза и доведение его до товарной кондиции; рекуперация не

прореагировавшего сырья из отходов производства, образующихся на стадиях подготовки и выделения.

Расчёт потребного количества энергоресурсов. Любое химическое производство состоит из основной технологической цепи (основного производства), в которой осуществляется получение продукта, и вспомогательных служб, деятельность которых обеспечивает функционирование основного производства. Остановимся на определении энергетических затрат на основное производство. Основные виды энергии, которые потребляет современное химическое предприятие: электрическая; тепловая.

Основой расчёта являются уравнения теплового баланса по каждой стадии технологической схемы. Наиболее часто реализуемыми тепловыми операциями являются операции нагревания (охлаждения), плавления (кристаллизации), испарения (конденсации).

**Раздел 3. Методы анализа эффективности энергопотребления в химико-технологических системах.** В современной практике анализа эффективности энергопотребления нашли применение следующие три метода анализа: энергетический, энтропийный, эксергетический. Энергетический метод в основе своей использует первый закон термодинамики – закон сохранения энергии. Метод позволяет оценить затраты энергии на осуществление технологических процессов; определить потери энергии в целом по всей ХТС и отдельным её элементам; выявить, какие из них протекают с наибольшими потерями энергии. Это единственный метод анализа, позволяющий определить потери тепловой энергии через внешнюю поверхность оборудования в окружающую среду. Энтропийный метод позволяет установить связь между внешними энергетическими потоками (количество теплоты, работы) и параметрами системы, а также между некоторыми внутренними параметрами. Посредством анализа теплового баланса системы, в которой совершаются термодинамические процессы, можно вычислить характеризующие их коэффициенты и сопоставить значения их со значениями этих коэффициентов для идеальных термодинамических процессов.

Эксергетический метод является универсальным способом термодинамического исследования различных процессов преобразования энергии в ХТС. Все реальные процессы – необратимые, и в каждом случае необратимость является причиной снижения совершенства процесса. Это происходит не из-за потерь энергии (но и из-за потерь энергии в том числе), а в основном, из-за понижения её качества, так как в необратимом процессе энергия не исчезает, а обесценивается.

#### **Раздел 4. Методика анализа эффективности использования энергии**

Анализ эффективности энергопотребления в отдельных видах оборудования и в технологических схемах в целом требует выполнения ряда последовательных действий. В первую очередь определяются величины материальных потоков перерабатываемых веществ, проходящих через оборудование технологической схемы (по каждой позиции). Эта процедура выполнена в разделе «Определение затрат материальных ресурсов».

Следующий этап состоит в проведении энергетического анализа. Базой для него служат уравнения теплового (энергетического) баланса по каждому оборудованию и по всей схеме. Определяется требуемое для проведения процесса количество энергии, определяются потери энергии в окружающее оборудование пространство, и оценивается эффективность использования энергии. Термодинамические функции, используемые в анализе. В анализе эффективности энергопотребления используются термодинамические методы, поэтому необходимо напомнить термодинамические функции и взаимосвязь между ними. Оценка эффективности энергопотребления в химической реакции. анализ эффективности сжигания топлива.

**Лабораторные работы:** энергетический анализ эффективности перемещения насыщенного водяного пара по трубопроводу, цель работы: определение величины потерь тепла с поверхности трубопровода; анализ эффективности использования энергии при

нагревании жидкости в аппарате с мешалкой (обогрев насыщенным паром) цель работы: провести энергетический анализ процесса нагревания жидкости в аппарате с мешалкой; эксергетический метод цель работы: ознакомиться с эксергетическим методом анализа энергетической эффективности процесса (паровой обогрев); анализ эффективности использования энергии при нагревании жидкости в кожухотрубном теплообменнике (жидкостной обогрев без изменения фазового состояния среды) энергетический метод, цель работы: оценка энергетической эффективности работы теплообменника, эксергетический метод , цель работы: оценка эффективности работы теплообменника с использованием эксергетического метода.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>0,45</b>	<b>16</b>
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,45	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,55</b>	<b>56</b>
Контактная самостоятельная работа	1,55	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		39,8
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет</b>

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>0,45</b>	<b>12</b>
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,45	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,55</b>	<b>42</b>
Контактная самостоятельная работа	1,55	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		29,85
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>зачет</b>

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Курсовой проект по основам энергоресурсосберегающих химических производствах» (Б1.В.ОД.17)

**1. Цель дисциплины** – применение научных основ создания оптимальных технологических схем энергоресурсоэффективных химико-технологических систем (ХТС) производств нефтегазохимического комплекса (НГХК), изучение методов стратегического и тактического планирования эксплуатации производств и цепей поставок НГХК; существенное расширение, систематизация знаний, а также выработка навыков, способностей и умения в области организации и управления энергоресурсосберегающими химическими производствами;

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

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- способностью анализировать технологический процесс как объект управления (ПК - 9);

- готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13);



способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ПК-14);

способностью планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-15);

способностью моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности (ПК-16);

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- основные свойства и показатели энергоресурсоэффективности ХТС;  
- принципы системного анализа и их применение в задачах энергоресурсосбережения объектов химической технологии;

- алгоритмы технико-экономического анализа и оптимизации эффективности химико-технологических систем;

- особенности прикладных инженерно-технических задач объектов химической технологии.

- экономические и технико-экономические критерии оптимального планирования в цепях поставок;

**Уметь:**

- использовать современное методическое обеспечение технико-экономического анализа энергоресурсоэффективных химико-технологических систем;

- строить логико-информационные модели представления знаний для поиска оптимальной компоновки производств НГХК;

- применять приемы и методы стратегического и тактического планирования цепей поставок;

**Владеть:**

- навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами в области создания информационных систем энергоресурсоэффективных производств;

- принципами моделирования химико-технологических процессов;

- навыками управление проектами создания энергоресурсосберегающих экологически безопасных производств и цепей поставок НГХК;

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

**Раздел 1. Введение.** Определение химико-технологического процесса в составе химико-технологической системы (ХТС). Цели и результаты ХТП. Использование методологии системного анализа. Разработка организационно-технологической модели.

Определение целей и ресурсов химико-технологической системы. Классификация и характеристики ресурсов химико-технологического процесса в составе ХТС. Нормативные и регламентирующие документы. Определение этапов ХТС. Цикл Деминга. Химико-технологические процессы в составе ХТС. Декомпозиция. Определение принципов управления ХТП. Формирование структурной модели ХТС и ХТП.

Расчёт и оценка влияние ресурсов на результат химико-технологического процесса.

Спецификация технологий. Технологические расчёты ХТП. Технологические и организационно-технические показатели ХТС и ХТП. Оптимизация химико-технологических процессов. Оптимизируемые и оптимизирующие переменные.

Технологические и организационно-экономические ограничения. Организационно-технологические показатели ХТП и ХТС. Анализ, классификация и оценка влияния показателей на результаты функционирования ХТС.

Технико-экономический анализ функционирования химико-технологического процесса. Взаимное влияние технико-экономических, организационных и технологических показателей ХТС.

**Раздел 2.** Логистические стратегии организации производства. Цели и задачи повышения организованности материальных потоков в производстве. Законы организации производственных процессов и возможности оптимизации организации материальных потоков в пространстве и во времени. Оптимизация организации производственного процесса во времени. Стратегия производственной логистики. Логистика и маркетинг. Основные системы управления запасами. Методические основы проектирования эффективной логистической системы управления запасами

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>0,9</b>	<b>32</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,1</b>	<b>40</b>
Контактная самостоятельная работа	1,1	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		39,8
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>зачет</b>

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>0,9</b>	<b>24</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,9	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,1</b>	<b>30</b>
Контактная самостоятельная работа	1,1	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		29,85
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>зачет</b>

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Электротехника и промышленная электроника» (Б1.В.ОД.18)

**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 по программе бакалавриата должен:**

*Обладать* следующими общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

– способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учётом основных требований информационной безопасности (ОПК-1);

– способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

– способность планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-15).

### **3. В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

#### **Знать:**

- основные понятия, определения и законы электрических цепей;
- методы 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 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:**

- методами моделирования и расчёта электрических и электронных цепей;
- навыками практической работы с электрической аппаратурой и электронными устройствами.

## **4. Краткое содержание дисциплины**

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

### **Модуль 1. Электрические цепи**

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

Основные понятия и обозначения электрических величин и элементов электрических цепей. Основы электробезопасности. Основные понятия теории электрических цепей. Основные принципы, теоремы и законы электротехники. Методы моделирования, анализа и расчёта линейных электрических цепей постоянного тока.

#### **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 и ЭДС). Активное, реактивное и полное сопротивления ветви. Мощность в цепях переменного тока. Коэффициент мощности ( $\cos(\varphi)$ ) и его технико-экономическое значение. Применение алгебры комплексных чисел в электротехнике. Комплексный метод расчёта линейных цепей переменного тока. Баланс мощности в цепях переменного тока. Резонансные явления в электрических цепях. Резонанс напряжений и токов. Анализ и расчёт трехфазных цепей переменного тока. Автоматизированное моделирование и расчёт электрических и электронных (пакеты программ MultiSim, Mathcad, Excel).

## Модуль 2. 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.

### 2.2. Асинхронные машины.

Устройство и принцип действия трехфазного асинхронного двигателя. Механические и рабочие характеристики. Энергетические диаграммы. Пуск асинхронных двигателей с короткозамкнутым и фазным ротором. Реверсирование и регулирование частоты вращения.

## Модуль 3. Основы электроники

### 3.1. Элементная база современных электронных устройств.

Полупроводники. 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, схемы и принцип работы выпрямителя. Электрические фильтры. Классификация и основные характеристики усилителей. Обратные связи в операционных усилителях (ОУ), их влияние на параметры и характеристики усилителя. Основные типы усилителей на базе ОУ.

## 5. Объём учебной дисциплины

Виды учебной работы	VI семестр	
	Зач. ед.	Ак. час.
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>1,3</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,4	16
Лабораторные работы (ЛР)	0,9	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,7</b>	<b>96</b>
Контрольные работы	1,1	40
Реферат	0,6	20
Изучение разделов дисциплины	1	36
<b>Вид итогового контроля: экзамен</b>		<b>36</b>
Подготовка к экзамену	<b>1</b>	<b>35,6</b>
Контактная аттестация		<b>0,4</b>

Виды учебной работы	VI семестр	
	Зач. ед.	Астр. час.
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0,4	12

Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,9	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,7</b>	<b>72</b>
Контрольные работы	1,1	30
Реферат	0,6	15
Изучение разделов дисциплины	1	27
<b>Вид итогового контроля: экзамен</b>		27
Подготовка к экзамену	<b>1</b>	26,7
Контактная аттестация		0,3

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Прикладная механика в энергоресурсосберегающих химических производствах» (Б1.В.ОД.19)**

### **1. Цели и задачи дисциплины**

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

### **2. Требования к результатам освоения дисциплины**

Изучение курса «Прикладная механика» по направлению 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии способствует приобретению следующих общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

- способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

- способность применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ПК-14)

#### **В результате изучения дисциплины студент должен:**

##### **Знать:**

основные уравнения и методы решения задач сопротивления материалов и деталей машин;

основные методы расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций машин и аппаратов;

основы теории расчета деталей и узлов машин и аппаратов химической технологии.

##### **Уметь:**

проводить расчеты элементов конструкций на основе методов сопротивления материалов;

рассчитывать и конструировать детали машин по исходным данным;

производить расчеты по основным критериям работоспособности и конструирования деталей машин.

##### **Владеть:**

навыками расчета сопротивления материалов аналитическими методами;

навыками выбора материалов по критериям прочности;

расчетами типовых деталей машин, пользуясь справочной литературой и ГОСТами.

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

#### **1. Введение**

Роль предмета «Прикладная механика» в формировании инженера химика-технолога. «Прикладная механика» как основа для понимания работы, устройства и безопасной эксплуатации оборудования химического производства.

## **2. Модуль 1 «Определение реакций опор. Растяжение-сжатие».**

Раздел 1.1. Определение реакций опор.

Абсолютно твердое тело. Элементы статики. Основные понятия. Аксиомы статики. Уравнения равновесия. Связи и их реакции.

Раздел 1.2. Растяжение-сжатие.

Основные допущения и принципы сопротивления материалов. Метод сечений. Напряжения, деформации и перемещения. Закон Гука. Построение эпюр внутренних усилий, напряжений и перемещений. Статически определимые и статически неопределимые задачи. Диаграммы растяжения для пластичных и хрупких материалов и их характеристики. Допускаемые напряжения. Условие прочности при растяжении (сжатии).

## **3. Модуль 2 «Кручение. Изгиб».**

Раздел 2.1. Кручение.

Закон Гука при сдвиге. Внутренние силовые факторы при кручении. Напряжения в стержнях круглого сечения. Условие прочности при кручении.

Раздел 2.2. Изгиб.

Геометрические характеристики плоских сечений. Понятие чистого и поперечного изгибов. Правила построения эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. Определение нормальных напряжений. Условие прочности при изгибе. Определение касательных напряжений. Рациональные формы сечений.

## **4. Модуль 3 «Сложное напряженное состояние».**

Раздел 3.1. Сложное напряженное состояние.

Основы теории напряженного состояния и гипотезы прочности. Понятие напряженного состояния. Главные площадки и главные напряжения. Обобщенный закон Гука. Назначение гипотез прочности. Понятие эквивалентных напряжений и критериев прочности.

Раздел 3.2. Тонкостенные сосуды.

Тонкостенные сосуды химических производств. Определение напряжений по безмоментной теории. Основные допущения. Вывод уравнения Лапласа. Расчет тонкостенных оболочек по уравнению Лапласа и по стандартизированной методике. Условие прочности.

Раздел 3.3. Расчет сжатых стержней на устойчивость.

Устойчивость элементов конструкций. Понятие критической силы и коэффициента запаса прочности. Расчет критической силы по Эйлеру. Пределы применимости формулы Эйлера. Практический способ расчета на устойчивость.

## **5. Модуль 4 «Детали машин».**

Раздел 4.1. Соединение деталей машин.

Классификация деталей машин и аппаратов химических производств. Резьбовые соединения. Расчет болтовых соединений при поперечных и продольных нагрузках. Шпоночные соединения. Назначение и виды шпонок. Расчет шпонок на срез и смятие. Виды сварки. Область применения. Виды сварных швов. Расчет на прочность стыковых и нахлесточных швов.

Раздел 4.2. Валы и оси, их опоры и соединения.

Валы, их классификация и назначение. Оси. Проектировочные расчеты валов и осей. Подшипники скольжения. Материалы вкладышей. Подшипники качения. Принципиальное устройство и основные геометрические размеры. Достоинства, недостатки и области применения подшипников качения и скольжения. Приводные муфты. Назначение. Классификация муфт по принципу действия и характеру работы. Порядок подбора муфт и основы прочностного расчета.

Раздел 4.3. Механические передачи.  
 Зубчатые передачи. Окружное и радиальное усилия. Редукторы. Определение и классификация. Примеры схем редукторов.

#### 4. Объем учебной дисциплины

	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4,0</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>
Лекции (Лек)	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		79.8
Контактная самостоятельная работа		0.2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>

	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4,0</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		<b>59.85</b>
Контактная самостоятельная работа		<b>0.15</b>
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>

#### Аннотация рабочей программы учебной дисциплины Элективные курсы по физической культуре и спорту (Б1.В.20)

**1 Цель дисциплины** – овладение системой практических умений и навыков, обеспечивающих совершенствование психофизических способностей; развитие способностей использовать разнообразные формы физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления своего здоровья и здоровья своих близких в повседневной жизни и профессиональной деятельности; формирование мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, физическому совершенствованию и самовоспитанию, установка на здоровый образ жизни; обучение техническим и тактическим приемам одного из видов спорта.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:**

*Обладать* следующими общекультурными (ОК) компетенциями:

- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способность использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-8).

**Знать:**

- научно-практические основы физической культуры и спорта;
- социально-биологические основы физической культуры и спорта;
- 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:**

- выполнять индивидуально подобранные комплексы по физической культуре и различным видам спорта;
- осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности;
- осуществлять творческое сотрудничество в коллективных формах занятий физической культурой и спортом;
- выполнять приемы защиты и самообороны, страховки и само страховки.

**Владеть:**

- средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования;
- должным уровнем физической подготовленности, необходимым для качественного усвоения профессиональных умений и навыков в процессе обучения в вузе, для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности после окончания учебного заведения;
- техническими и тактическими навыками в одном из видов спорта.

**3 Краткое содержание дисциплины**

Курс дисциплины «**Элективные курсы по физической культуре и спорту**» реализуется через вариативный компонент (элективный модуль) 328 акад. часов / 246 астр. часов (вид спорта по выбору студента), в зачетные единицы не переводится, является обязательным для исполнения при *очной форме обучения*.

Программа рассчитана на изучение дисциплины «**Элективные курсы по физической культуре и спорту**» в течение шести семестров и предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую подготовку в области дисциплины «Физическая культура и спорт», заканчивается зачетом в конце каждого семестра. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

**Практические занятия.**

Практический раздел программы реализуется на учебно-тренировочных занятиях в учебных группах по общей физической подготовке или по выбранному виду спорта.

Практические занятия помогают приобрести опыт творческой практической деятельности, развивают самостоятельность в физической культуре и спорте в целях достижения физического совершенства, повышают уровень функциональных и двигательных способностей, направленно формируют качества и свойства личности.

Практический раздел включает в себя подразделы: по общей физической подготовке (ОФП) и специальной физической подготовке по видам спорта (СФП).

Учебно-тренировочные занятия базируются на широком использовании теоретических знаний и методических умений, на применении разнообразных средств физической культуры и спорта.

Уделяется внимание вопросам проведения соревнований (правила соревнований, система розыгрышей, определение победителей, оборудование и инвентарь).

Критерием успешности освоения учебного материала является экспертная оценка преподавателя, учитывающая *регулярность посещения обязательных учебных занятий*, выполнение установленных на данный семестр контрольных нормативов (тестов) общей физической и спортивно-технической подготовки для отдельных групп различной спортивной направленности.



**Модуль 1. Основы построения оздоровительной тренировки. Теоретическо-методические основы физической культуры и спорта.**

1. Оздоровительная направленность – как важнейший принцип системы физического воспитания. Основы построения оздоровительной тренировки.
2. Физкультурно-оздоровительные методики и системы.
3. Оценка состояния здоровья и физической подготовленности занимающихся физической культурой и спортом.

**Модуль 2. Двигательные возможности человека – воспитание физических качеств. ВФСК ГТО.**

1. Появление и внедрение комплекса ГТО
2. Воспитание физических качеств обучающихся (отдельные качественные стороны двигательных возможностей человека).

**Модуль 3. Методика организации и проведения спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий.**

1. Характеристика спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий.
2. Федеральный закон от 04.12.2007 № 329-ФЗ «О физической культуре и спорте в Российской Федерации». Организация спортивных мероприятий. Инвент-менеджмент в спорте.
3. Основные понятия этики спорта. Fair Play. Профилактика нарушений спортивной этики (борьба с допингом в спорте). ВАДА.

**4. Объем учебной дисциплины (вариативный компонент)**

Вид учебной работы	В академ. часах	Семестры					
			I	II	V		I
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>328</b>						
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>328</b>	<b>32</b>	<b>66</b>	<b>66</b>	<b>66</b>	<b>66</b>	<b>32</b>
Практические занятия (ПЗ)	328	32	66	66	66	66	32
<b>Вид итогового контроля: зачет / экзамен</b>		Зачет	Зачет	Зачет	Зачет	Зачет	Зачет

Вид учебной работы	В астр. часах	Семестры					
			I	II	V		I
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>246</b>						
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>246</b>	<b>24</b>	<b>49.5</b>	<b>49.5</b>	<b>49.5</b>	<b>49.5</b>	<b>49.5</b>
Практические занятия (ПЗ)	246	24	49.5	49.5	49.5	49.5	49.5
<b>Вид итогового контроля: зачет / экзамен</b>		Зачет	Зачет	Зачет	Зачет	Зачет	Зачет

**4.4.3. Дисциплины вариативной части (дисциплины по выбору)  
Аннотация рабочей программы дисциплины «Экология» (Б1.В.ДВ.1.1)**

1. **Цель дисциплины** – приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков ,применения в человеческой деятельности природных ресурсов для

получения энергии, обеспечения биологической жизнедеятельности, создания орудий труда и производственных циклов. Рассматриваются методы экономической оценки природных ресурсов.

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

**овладеть следующими общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:**

– способностью использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3);

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

способностью организовывать работу исполнителей, находить и принимать управленческие решения в области организации труда и осуществлении природоохранных мероприятий (ПК-11);

**Знать:**

– Основы теории ресурсоэнергосбережения;  
– Способы применения природных ресурсов в человеческой деятельности для получения энергии;  
– Вопросы обеспечения биологической жизнедеятельности, создания орудий труда и производственных циклов;  
– Методы экономической оценки природных ресурсов;

**Уметь:**

– Рационально использовать природные ресурсы;

**Владеть:**

– Теоретическими знаниями и практическими навыками повышения ресурсоэнергосбережения, наилучшими ресурсоэнергосберегающими технологиями;

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

Введение.

1: Общая характеристика природных ресурсов.

Природная среда, природопользование, природные ресурсы. Классификация природных ресурсов. Этапы освоения природных ресурсов.

2: Солнечная Энергия

Общая характеристика Солнца. Солнце и человек. Солнечное тепло. Солнце и электричество.

3: Атмосфера.

Общая характеристика атмосферы. Строение и состав атмосферы. Радиационный, тепловой и водный балансы. Происхождение атмосферы и гидросферы. Движение воздуха и его использование человеком.

4: Гидросфера.

Общие сведения о гидросфере. Физико-химические свойства воды. Строение гидросферы. Общая характеристика водных ресурсов. Водные ресурсы России. Гидроэнергетические ресурсы. Минеральные лечебные воды. Промышленные воды. Термальные воды. Геотермальные ресурсы. Охрана водных ресурсов России.

5: Биоресурсы.

Растительные ресурсы. Растительные ресурсы России. Ресурсы животного мира. Морские биоресурсы. Животные биоресурсы.

6: Земельные ресурсы.

Общая характеристика почвенных ресурсов. Факторы почвообразования. Земельные

7: Рекреационные ресурсы.

8: Минеральные ресурсы.

Общие сведения о полезных ископаемых. Вещественный состав руд. Промышленные классификации металлов. Классификация ресурсов земных недр, запасы и прогнозные ресурсы минерального сырья. Горючие полезные ископаемые. Нефть.

Природный газ. Уголь. Торф. Металлические полезные ископаемые. Чёрные и легирующие металлы. Цветные металлы. Благородные металлы. Редкие и рассеянные элементы. Неметаллические полезные ископаемые. Отходы горного производства. Закон о недрах Российской Федерации.

9: Экономическая оценка природных ресурсов.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,4	16
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,9	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>60</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,7	59,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>-</b>	<b>Зачет</b>

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0,4	12
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,9	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>45</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,7	44,85
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>-</b>	<b>Зачет</b>

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Экология химических предприятий» (Б1.В.ДВ.1.2)

**1 Цель дисциплины** - приобретение обучающимися знаний и компетенций, профессиональных умений и навыков в области организации малоотходных промышленных производств на основе методов обезвреживания твердых, жидких и газообразных загрязняющих веществ.

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

**овладеть следующими общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:**

-способностью использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3);

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

способностью организовывать работу исполнителей, находить и принимать управленческие решения в области организации труда и осуществлении природоохранных мероприятий (ПК-11);

**Знать:**

- основы химических технологий производств с позиций их воздействия на окружающую среду;

- основные методы обращения с техногенными загрязняющими веществами.

**Уметь:**

- анализировать данные по источникам выбросов (сбросов) загрязняющих веществ; выделять приоритетные загрязняющие вещества и источники их выбросов (сбросов);
- проводить оценку природоохранных мероприятий по нормативам предельно допустимых выбросов (сбросов) загрязняющих веществ и экономической целесообразности их применения.

**Владеть:**

- навыками составления и анализа принципиальных технологических схем по очистке выбросов (сбросов) промышленных производств;
- методами сравнения вариантов проектных решений, направленных на энерго- и ресурсосбережение и минимизацию воздействия на окружающую среду

**3 Краткое содержание дисциплины**

Основные химические технологии и их воздействие на окружающую среду (в производстве серной, азотной и фосфорной кислот, минеральных удобрений, щелочей, аммиака, строительных материалов, целлюлозно-бумажной промышленности и нефтегазодобыче). Принципы организации переработки, обезвреживания и утилизации отходов основных производств в химической, нефтехимической, строительной и др. отраслях. Методы очистки промышленных газов от твердых частиц и аэрозолей, оксидов серы и азота, хлор- и фторсодержащих газов, органических загрязняющих веществ и оксида углерода. Химические, физико-химические и биохимические методы очистки сточных вод. Система сбора, переработки и обезвреживания твердых промышленных отходов.

**4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,4	16
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,9	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>60</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,7	59,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>-</b>	<b>Зачет</b>

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0,4	12
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,9	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>45</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,7	44,85
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>-</b>	<b>Зачет</b>

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Исследование операций в химической технологии» (Б1.В.ДВ.2.1)**

**1. Цель дисциплины** – формирование компетенций в области анализа, моделирования и оптимизации операций.

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

**овладеть следующими общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:**

– способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- способностью анализировать технологический процесс как объект управления (ПК - 9);

–способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ПК-14);

**Знать:**

– понятие операции и исследования операций, сущность прямой и обратной задач исследования операций;

– области применения исследования операций в управлении организациями и предприятиями;

– основные классы моделей исследования операций и ситуаций принятия решения;

– понятие задачи оптимизации и ее основные компоненты;

– примеры формализации задач оптимизации производственной и логистической деятельности с помощью моделей линейного и целочисленного программирования;

– области применения имитационного моделирования для анализа систем в условиях действия стохастических факторов.

**Уметь:**

– формулировать цели, задачи и концептуальную модель операционного исследования;

– формализовывать прикладные задачи с помощью моделей математического программирования и решать их с помощью пакета GLPK;

– разрабатывать имитационные модели операций с помощью пакета Anylogic;

– интерпретировать результаты моделирования и готовить рекомендации решений на их основе.

– работать с научно-технической литературой в области применения методов исследования операций.

**Владеть:**

– навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами в области исследования операций;

– навыками применения компьютерных инструментов моделирования;

– навыками принятия решения на основе моделирования.

**3. Краткое содержание дисциплины:**

История возникновения исследования операций. Понятие исследование операций. Области применения исследования операций для совершенствования организаций и

предприятий. Прямая и обратная задачи исследования операций. Этапы операционного исследования. Роль моделирования в исследовании операций. Ситуации принятия решений и основные классы моделей в исследовании операций.

Понятие задачи оптимизации и ее основные компоненты. Линейное программирование: математическая постановка задачи линейного программирования, геометрическая интерпретация. Понятие допустимости и оптимальности. Связывающие ограничения. Анализ чувствительности. Общая характеристика алгоритма решения задач линейного программирования. Языки моделирования и инструменты для формализации и решения задач линейного программирования. Целочисленное программирование: использование дискретных переменных в задачах оптимизации; общая характеристика алгоритмов решения задач целочисленного программирования. Примеры формализации задач в сфере производственного планирования, логистики распределения, планирования продаж и операций, составлении расписаний.

Проблема принятия решения в условиях действия стохастических факторов: основные подходы к решению. Применение метода имитационного моделирования для анализа и оптимизации операций. Компьютерные инструменты моделирования. Процессное моделирование в пакете Anylogic. Имитационный эксперимент.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,4	16
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,9	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>60</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,7	59,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	-	<b>Зачет с оценкой</b>

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0,4	12
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,9	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>45</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,7	44,85
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	-	<b>Зачет с оценкой</b>

**Аннотация рабочей программы дисциплины «Методы решения задач нелинейного программирования в химической технологии» (Б1.В.ДВ.2.2)**

**1. Цель дисциплины** – изучение численных методов решения нелинейного уравнения на примере задачи определения значений связанных физико-химических параметров с использованием инструментария электронных таблиц MS Excel.

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

**овладеть следующими общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:**

– способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- способностью анализировать технологический процесс как объект управления (ПК - 9);

–способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ПК-14);

**Знать:**

– методы линейного и нелинейного программирования;  
– методы оптимизации для решения конкретных задач;  
– основные методы оптимизации, приемы построения критериев оптимальности;

**Уметь:**

– применять методы оптимизации для решения конкретных задач;  
– выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы, использовать математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности;

– строить оптимизационные задачи с использованием различных методов;

**Владеть:**

– навыками пользования методами условной и безусловной оптимизации;  
– навыками решения оптимизационных задач в среде MS Excel и других пакетах;  
– методами линейного и нелинейного программирования.

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

Тема 1 Численное решение нелинейного уравнения на примере задачи определения значений связанных физико-химических параметров. При решении широкого круга химических и химико-технологических задач часто возникает необходимость установления значения некоторого физико-химического параметра, при котором достигается заданное значение другого, связанного с первым, параметра.

К таким задачам, в частности, относятся:

• поиск температуры, при которой растворимость / вязкость / теплоемкость вещества равна некоторому значению;

• поиск концентрации, при которой плотность / температура кипения / температура замерзания / рН раствора твердого вещества в воде / смеси двух жидкостей равна заданному значению;

• поиск температуры / давления / состава смеси двух газов, при которых скорость реакции достигнет заданного значения.

Связь между двумя такими физико-химическими параметрами часто может быть представлена в виде некоторой нелинейной (полиномиальной, степенной,

логарифмической и т.д.) функции одной переменной  $y=f(x)$ . Такие задачи сводятся к решению нелинейного уравнения с одним неизвестным вида  $f(x)=0$ .

Тема 2. Современные математические методы решения задач ресурсосбережения; с навыками использования прикладных программных пакетов в области химической технологии, нефтехимии, биотехнологии и охраны окружающей среды. Методы оценки параметров математических моделей и установления их адекватности реальному объекту.

Тема 3 Знакомство и освоение основных математических методов для решения оптимизационных задач (методы линейного и нелинейного программирования, поисковые методы экстремальных точек внутри факторного пространства).

Тема 4 Освоение приемов решения задач по оптимизации теплоснабжения систем и использованием метода эвристик и пинч-зоны. Разработка оптимальных схем рекуперации тепла, оценка эффективности каждой из схем.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,4	16
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,9	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>60</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,7	59,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	-	<b>Зачет с оценкой</b>

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0,4	12
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,9	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>45</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,7	44,85
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	-	<b>Зачет с оценкой</b>

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Информатизация химико-технологических систем» (Б1.В.ДВ.3.1)

**1.Цель дисциплины** - получение студентами знаний в области современных информационных технологий и их применения в химической научной и производственной сферах.

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

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**



- способностью анализировать технологический процесс как объект управления (ПК - 9);

- готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13);

способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ПК-14);

**Знать:**

- основные понятия и определения информатизации;

- методы автоматизированного сбора, передачи, обработки и накопления информации о параметрах технологических процессов; методы проектирования реляционных баз данных;

**Уметь:**

- анализировать химические процессы и производство как объект автоматизации и управления; выбирать структуру автоматизированных технологических комплексов, информационных и вычислительных сетей; проектировать базы данных в данной предметной области с получением программного продукта с помощью пакетов прикладных программ по разработке СУБД;

**Владеть:**

- представлением о применяемых для целей автоматизированного сбора, передачи, обработки и накопления информации технических средствах, включая промышленные контроллеры и управляющие ЭВМ; о применении вычислительной техники для выбора, компоновки и графического изображения химических промышленных аппаратов.

**3. Краткое содержание дисциплины:**

1. Понятие информационной технологии и информатизации.

Определение. Инструментарий. Информационная технология (ИТ) и информационная система. Информатизация. Этапы развития информационных технологий. Особенности новых информационных технологий. Проблемы использования информационных технологий.

2. Виды информационных технологий.

Общая классификация видов ИТ. Структура управления организацией. Классификация видов информационных технологий. ИТ обработки данных. ИТ управления. Автоматизация и ИТ. Экспертные системы.

3. Организация информационных процессов.

Модели информационных процессов передачи, обработки, накопления данных. Обобщенная схема технологического процесса обработки информации. Сбор и регистрация информации. Передача информации. Обработка информации. Хранение и накопление информации. Системный подход к решению функциональных задач и к организации информационных процессов.

4. Информационные технологии в различных областях деятельности.

ИТ в системах организационного управления. ЭВМ при выборе решений в области технологии, организации, планирования и управления производством. Новые ИТ в системах организационного управления. ИТ в обучении. Автоматизированные системы научных исследований. Системы автоматизированного проектирования.

5. Информационные технологии в распределенных системах.

Технологии распределенных вычислений (РВ). Распределенные базы данных. Технологии и модели "Клиент-сервер". Модель файлового сервера. Модель удаленного доступа к данным. Модель сервера базы данных. Модель сервера приложений. Технологии объектного связывания данных. Технологии реплицирования данных.

6. Технологии компьютерного моделирования.

Понятие о компьютерном математическом моделировании. Общие сведения о компьютерном математическом моделировании. Классификация математических моделей.

Этапы, цели и средства компьютерного математического моделирования. Моделирования случайных процессов. Особенности имитационного моделирования производственных систем.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,4	16
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>60</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,7	59,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>-</b>	<b>Зачет</b>

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0,4	12
Практические занятия (ПЗ)	0,9	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>45</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,7	44,85
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>-</b>	<b>Зачет</b>

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Принципы организации и управления энергоресурсосберегающими химико-технологическими системами» (Б1.В.ДВ.3.2)

**1. Цель дисциплины** – приобретение обучающимися теоретических знаний и практических навыков в области организации и управления энергоресурсосберегающими ХТС с целью решения задач повышения ресурсоэнергетической и экоэффективности химических производств.

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

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- способностью анализировать технологический процесс как объект управления (ПК - 9);

- готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13);

способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ПК-14);

**Знать:**

– способы и приемы энергоресурсосбережения в производствах и «зеленых» цепях поставок химической продукции;

- критерии ресурсоэнергоэффективности ХТС;
- уровни информационно-управляющей структуры ресурсоэнергоэффективного химического производства и их взаимосвязь;
- архитектуру корпоративных информационных систем (КИС) логистического управления ресурсоэнергоэффективностью промышленного предприятия;
- принципы организации энергоресурсосберегающих химических производств;
- основные концепции и направления логистики ресурсоэнергосбережения («зеленой» логистики)

**Уметь:**

- разрабатывать логико-информационные модели основных бизнес-процессов химических производств и их цепей поставок;
- проводить анализ технологических режимов функционирования ХТС с целью выявления и устранения источников потерь сырья, топлива и энергии в системе для разработки научно обоснованных технологических и инженерно-технических решений по повышению эффективности химических производств с использованием данных АСУ ТП химического предприятия;
- выявлять и анализировать причины потерь сырья, материальных и топливно-энергетических ресурсов на действующих химических производствах и в цепях поставок химической продукции по данным, полученным с использованием программного инструментария КИС;

**Владеть:**

- методологией функционального моделирования технических и социально-экономических систем IDEF0 «Function Modeling»;
- методами анализа ресурсоэнергоэффективности функционирования ХТС.
- методологией реинжиниринга бизнес-процессов.

**3. Краткое содержание дисциплины:**

***Модуль 1. Введение.***

Энергоресурсосберегающие химические производства как сложные химико-технологические системы. Критерии ресурсоэнергоэффективности ХТС. Понятие ресурсоэнергоэффективности и экоэффективности. Краткая характеристика способов и приемов энергоресурсосбережения в ХТС.

Принципы организации энергоресурсосберегающих химических производств. Уровни информационно-управляющей структуры энергоресурсоэффективного химического производства: BPM-системы, ERP-системы, MES-системы, АСУ ТП (автоматизированные системы управления технологическими процессами).

***Модуль 2. Управление бизнес-процессами химического предприятия.***

Бизнес-процесс. Бизнес-план. Системы управления бизнес-процессами (БП) – BPM (Business Process Management). Методология структурного анализа и проектирования SADT (Structured Analysis & Design Technique). IDEF0 «Function Modeling» – методология и компьютерные инструменты функционального моделирования технических и социально-экономических систем. Логико-информационные модели БП – IDEF0-диаграммы.

Реинжиниринг БП (Business process reengineering – BRP) – перепроектирование логико-информационных моделей БП для достижения максимальной результативности и эффективности производственно-хозяйственной и финансово-экономической деятельности предприятия в соответствии с комплексными ключевыми показателями эффективности (Key Performance Indicators – KPI).

***Модуль 3. Корпоративные информационные системы логистического управления ресурсоэнергоэффективностью предприятия.***

ERP-система (англ. Enterprise Resource Planning System — Система планирования ресурсов предприятия). Концепция ERP как развитие более простых концепций MRP (Material Requirement Planning — Планирование потребностей в материалах) и MRP II

(Manufacturing Resource Planning — Планирование производственных ресурсов). Иерархия планов в MRP II: стратегическое планирование – бизнес-планирование – план объемов продаж и производства. Планирование ресурсов. Главный план-график производства. Планирование потребностей в мощностях (CRP). Планирование потребностей в распределении (DRP).

Производственное планирование, моделирование потока заказов, оценка возможности их реализации в службах и подразделениях предприятия, увязывая его со сбытом, с использованием программного инструментария в ERP-системах. Достоинства и недостатки современных ERP-систем.

MES (Manufacturing Execution System – исполнительная система производства) – интегрированная информационно-вычислительная система, объединяющая инструменты и методы управления производством в реальном времени. Задачи синхронизации, координирования, анализа и оптимизации выпуска продукции в рамках производства химической продукции. Обеспечение высокого уровня организации всей производственной деятельности (от формирования производственного заказа до отгрузки готовой продукции на склады). Оптимизация производственного расписания. Отличие MES от ERP.

MES – связующее звено между ориентированными на финансово-хозяйственные операции ERP-системами и оперативной производственной деятельностью предприятия на уровне цеха, участка или производственной линии.

Нижний уровень информационно-управляющей структуры энергоресурсоэффективного химического производства – АСУ ТП в цехах, производственных линиях. Архитектура АСУ ТП. SCADA-системы.

**Модуль 4. Химические предприятия как специальные объекты логистики ресурсоэнергосбережения. Понятие промышленной логистики.**

Предмет и объекты исследования промышленной логистики. Особенности химических предприятий как специального класса объектов промышленной логистики. Логистика ресурсоэнергосбережения – важнейший организационно-управленческий фактор конкурентоспособности экономической эффективности и экологической безопасности химических предприятий.

Основные концепции и направления логистики энергоресурсосбережения («зеленой» логистики); 12 принципов «зеленой химии»; принципы «зеленой» техники. Понятие энергоресурсосберегающих экологически безопасных, или «зеленых», цепей поставок химических производств. Логистическое управление отходопотоками производства и потребления химической продукции.

**4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,4	16
Практические занятия (ПЗ))	0,9	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>60</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,7	59,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>-</b>	<b>Зачет</b>

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах

<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0,4	12
Практические занятия (ПЗ)	0,9	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>45</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,7	44,85
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>-</b>	<b>Зачет</b>

**Аннотация рабочей программы дисциплины «Надежность и эффективность химических производств» (Б1.В.ДВ.4.1)**

**1. Цель дисциплины** – формирование компетенций в области анализа и прогнозирования надежности технических систем.

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

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- способностью анализировать технологический процесс как объект управления (ПК - 9);

- способностью систематизировать и обобщать информацию по формированию и использованию ресурсов предприятия (ПК-12);

способностью планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-15);

**В результате изучения учебной дисциплины студент должен:**

**Знать:**

- терминологию в области надежности технических систем;

- основные составляющие понятия «надежность», взаимосвязь надежности и эффективности технических систем;

-показатели, применяемые для оценки надежности и эффективности технических систем;

-методы оценки показателей надежности по данным эксплуатации и испытаний на надежность;

-основные расчетные модели для прогнозирования надежности невосстанавливаемых и восстанавливаемых систем;

-методы обеспечения надежности технических систем.

**Уметь:**

- рассчитывать и интерпретировать показатели надежности и эффективности технических систем;

- применять программное обеспечение для научных вычислений для расчета надежности;

- проводить технико-экономический анализ различных методов обеспечения надежности;

- работать с научно-технической литературой в области применения математического программирования для проектирования цепей поставок.

**Владеть:**

-навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами в области прикладного использования информационных систем для управления предприятием;

- навыками применения инструментальных средств обработки и анализа данных;

- навыками принятия решения на основе анализа данных.

### 3. Краткое содержание дисциплины:

Проблема надежности технических систем. Развитие теории и методов обеспечения надежности. Надежность оборудования химических производств. Понятие надежности. Частные свойства надежности. Экономические компромиссы в области обеспечения надежности. Показатели надежности.

Моделирование и расчет надежности технических систем. Основные законы распределений случайных величин, применение при моделировании надежности. Взаимосвязь между показателями надежности.

Расчет показателей надежности по данным испытаний на надежность. Сбор данных о надежности по результатам эксплуатации.

Расчет надежности восстанавливаемых систем при помощи блок-схем надежности. Метод свертки.

Способы обеспечения надежности. Виды резервирования. Экономический анализ способов обеспечения надежности.

Моделирование восстанавливаемых систем с целью расчета надежности. Графы состояний. Система вероятностно-дифференциальных уравнений. Компьютерные инструменты для численного решения систем дифференциальных уравнений. Расчет показателей надежности восстанавливаемых систем. Технико-экономический анализ эффективности мероприятий по обеспечению надежности восстанавливаемых систем.

### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>0,9</b>	<b>32</b>
Лекции (Лек)	0,45	16
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,1</b>	<b>40</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		<b>39,8</b>
Контактная самостоятельная работа		<b>0,2</b>
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	-	<b>Зачет с оценкой</b>

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>0,9</b>	<b>24</b>
Лекции (Лек)	0,45	12
Практические занятия (ПЗ)	0,45	12
Лаборатория	0,9	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,1</b>	<b>30</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		<b>39,85</b>
Контактная самостоятельная работа		<b>0,15</b>
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	-	<b>Зачет с оценкой</b>

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Методы оптимизации сложных химико-технологических систем» (Б1.В.ДВ.4.2)**

**1. Цель дисциплины** – обучение студентов методологии, методам и алгоритмам решения основам теории задач оптимизации и организации сложных энергоресурсосберегающих химико-технологических систем (ХТС) привить им навыки принятия оптимальных решений различных задач проектирования и эксплуатации ХТС нефтегазохимического комплекса (НГХК); методам решения задач многокритериальной оптимизации с учетом требований экономической эффективности, охраны окружающей природной среды (ОПС) и безопасности жизнедеятельности (БЖД); комбинаторный метод оптимизации с использованием теории графов основам теории искусственного интеллекта; принципам разработки интеллектуальных систем поиска решений неформализованных задач химической технологии.

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

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- способностью анализировать технологический процесс как объект управления (ПК - 9);

- способностью систематизировать и обобщать информацию по формированию и использованию ресурсов предприятия (ПК-12);

способностью планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-15);

**В результате изучения учебной дисциплины студент должен:**

**Знать:**

- классификацию и общую характеристику основных задач оптимизации и организации энергоресурсосберегающих ХТС;

- двухуровневые методы оптимизации энергоресурсосберегающих ХТС;

- принципы синтеза оптимальных энергоресурсосберегающих ХТС;

- сущность комбинаторных методов оптимизации сложных ХТС с использованием теории графов и теории потоков в сетях;

- сущность методов решения неформализованных задач в химической технологии с использованием теории искусственного интеллекта;

- методологию разработки экспертных систем решения неформализованных задач проектирования и эксплуатации энергоресурсосберегающих ХТС;

- методы многокритериальной оптимизации энергоресурсосберегающих ХТС.

**Уметь:**

- применять методы оптимизации сложных энергоресурсосберегающих ХТС;

- выбирать методы многокритериальной и комбинаторной оптимизации энергоресурсосберегающих ХТС;

- формулировать постановку задач многокритериальной оптимизации энергоресурсосберегающих ХТС;

- формулировать постановку задач организации оптимизации при проектировании и эксплуатации ХТС с использованием теории графов и теории потоков в сетях.

**Владеть:**

- методологией поиска оптимальных решений задач оптимизации и организации ХТС с использованием комбинаторных методов оптимизации и теории поставок в сетях, методов целочисленного и смешанного целочисленного линейного программирования;

- методологий разработки экспертных систем поиска оптимальных решений неформализованных задач химической технологии; применять инструментальные

программные средства “Excel”, “MatLab” и “MathCad” для решения задач оптимизации и организации энергоресурсосберегающих ХТС

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

**1. Общая характеристика ХТС как объекта исследования.** Виды критериев эффективности ХТС. Основные свойства ХТС. Основные сведения о проектировании и эксплуатации ХТС. Понятия анализа, оптимизации организации и синтеза ХТС.

#### **2. Основные понятия и определения теории организации.**

Понятие организации как системы, как процесса и как явления.

Организации: системы, люди и общество. Организационные социально-экономические системы.

Понятие организации сложных ХТС: организация структуры ХТС; организация режимов (способов) функционирования ХТС; организация процесса управления и функционирования и технического обслуживания ХТС.

Краткая характеристика типологии и основных законов организации: закон синергии; закон самосохранения; закон эмерджентности; закон развития; организационные отношения.

Классификация ХТС по видам организации (способов) функционирования: непрерывные, непрерывно-циклические, непрерывно-периодические, периодические (дискретные), индивидуальные, совмещенные многоассортиментные, гибкие многоассортиментные ХТС.

Основные понятия и сущность организации интегрированной логистической поддержки ХТС, предприятий и цепей поставок нефтегазохимического комплекса с применением программно-информационной CALS-среды.

#### **3. Типы математических постановок задач оптимизации сложных ХТС.**

Задачи оптимизации в условиях риска и неопределенности; задачи оптимизации с целочисленными переменными; задачи многокритериальной оптимизации.

Обобщенная математическая постановка задачи оптимизации сложных ХТС.

#### **4. Краткая характеристика методов одномерного и многомерного поиска оптимума.**

Методы одномерного поиска: метод деления пополам, метод фибоначчи, метод золотого сечения; методы многомерного поиска: методы стохастического поиска, методы детерминированного прямого поиска, метод многогранника, метод сопряженных направлений.

#### **5. Двухуровневые методы оптимизации сложных ХТС.**

Общая стратегия двухуровневых методов; метод закрепления промежуточных переменных; метод цен.

**6. Двойственные задачи линейного программирования при оптимизации сложных ХТС.** Понятие двойственности, теорема двойственности. Правила построения двойственной задачи к исходной задаче.

Математическая постановка и общая характеристика методов решения транспортной задачи как задачи линейного программирования.

#### **7. Постановка задачи и методы решения задач целочисленного линейного программирования.**

Общая постановка задачи оптимизации ХТС как задачи целочисленного линейного программирования. Методы отсечения. Метод Гомори. Понятие о методе ветвей и границ.

Постановки задач целочисленного линейного программирования: транспортно-складская задача; производственно-транспортно-складская задача. Постановка задачи смешанного целочисленного линейного программирования.



## **8. Общая характеристика методов многокритериальной оптимизации сложных ХТС.**

Содержательная и математическая постановки задачи многокритериальной оптимизации ХТС. Эталонные точки в области значения целевой функции. Эффективность по Парето для многокритериальной задачи оптимизации. Множество оптимальных по Парето решений.

Процедуры модификации исходных целевых функций при математической постановке задач многокритериальной оптимизации. Процедура лексикографического порядка важности целевых функций. Процедура скаляризации для поиска оптимального по Парето решений. Процедура взвешенных сумм целевых функций для поиска оптимальных по Парето решений.

Функция скаляризации Чебышева. Метод изменения ограничений (E-ограничения).

Понятия и общая характеристика интерактивных эвристическо-вычислительных и интеллектуально-эволюционных (многоагентных, генетических и муравьиных) алгоритмов решения задач многокритериальной оптимизации ХТС.

## **9. Общая характеристика принципов синтеза оптимальных энергоресурсоэффективных ХТС.**

Классификация исходных задач синтеза ХТС. Классификация и общая характеристика принципов синтеза ХТС. Декомпозиционно-поисковый принцип синтеза ХТС. Эвристическо-декомпозиционный принцип ХТС.

Общая характеристика интегрально-гипотетического (алгоритмического) принципа синтеза ХТС и эволюционного принципа синтеза ХТС.

## **10. Комбинаторные методы оптимизации сложных ХТС с использованием теории графов и теории потоков в сетях.**

Основные понятия и определения теории множеств. Основные понятия и определение теории графов.

Графы как модели потоков в сетях при решении задач оптимизации и организации сложных ХТС: составление технологических расписаний; замена оборудования; оптимальное планирование ресурсов и технологических проектов;

задачи о максимальном потоке и потоке минимальной стоимости; оптимизация ресурсов при перевозках и распределении;

задача о назначениях; задача о поставщике; задача календарного планирования; классическая транспортная задача; транспортно-складская производственно-транспортная и производственно-транспортно-складская задачи.

Общая характеристика методов решения задач линейного программирования с использованием теории графов. Определение числовых функций на графах. Числовые функции на вершинах графа. Максимальный (минимальный) путь через вершины.

Числовые функции на дугах графа: задание пути через дуги; максимальный (минимальный) путь через дуги графа.

Алгоритм поиска оптимального пути в циклическом графе. Алгоритм Беллмана-Калаба. Алгоритм Форда.

Последовательные (упорядоченные по слоям дуг) графы. Задачи оптимизации как задачи оптимизации на последовательных графах.

Применение метода ветвей и границ для поиска оптимальных решений на взвешенных графах. Алгоритм Литтла поиска оптимального гамильтонова контура в графе. Алгоритм решения задачи о назначениях. Алгоритмы поиска минимального и максимального гамильтонова пути в графе.

## **11. Методы оптимизации потоков в сетях.**

Поток в транспортной сети: разрез; пропускная способность разреза; насыщенные дуги графа. Задача о максимальном потоке. Полный поток. Матричное отображение транспортной сети.

Алгоритм Форда-Фалкерсона для поиска максимального и минимального потока в транспортной сети.

Простые (двудольные) графы. Покрытие. Паросочетание. Алгоритмы поиска максимального паросочетания. Опора простого графа.

Венгерский алгоритм поиска минимальной опоры простого графа. Алгоритм решения задачи о назначениях.

Применение смешанного целочисленного линейного программирования для оптимизации расписаний гибких периодических ХТС при заданных ограничениях на ресурсы.

#### **12. Общая характеристика методов оптимизации ХТС в условиях вероятностно-статической и интервальной неопределенности.**

Минимизация математического ожидания целевой функции (критерия) оптимизации. Стратегия минимакса. Стратегия оптимизации на основе относительной чувствительности. Методы оптимизации ХТС при интервальных оценках неопределенных параметров.

#### **13. Неформализованные задачи оптимизации, организации и синтеза энергоресурсосберегающих ХТС.**

Применение теории искусственного интеллекта для поиска решений неформализованных задач в химии и химической технологии.

Краткая характеристика моделей представления знаний: логические, предикатные и логико-лингвистические модели; сетевые структурно-лингвистические модели; Фреймы и продукционные правила. Методика и процедуры поиска решений неформализованных задач.

Понятие нейронных сетей и их применение в химической технологии. Понятие нечетких знаний в химии и химической технологии. Понятие о моделях представления неопределенных знаний на основе теории нечетких множеств.

#### **14. Принципы разработки экспертных систем в химической технологии.**

Архитектура экспертных систем. База знаний, база данных, лингвистический процесс, машина вывода.

Режимы функционирования и классификация экспертных систем. Основные этапы разработки экспертных систем.

Понятие о языках программирования искусственного интеллекта (Пролог, LISP, Common LISP, CLIPS, LSL).

Краткая характеристика оболочек экспертных систем: EMYCIN, MYCIN, LOOP, KEE.

Понятие объектно-ориентированного и многоагентного программирования как инструментальных программных средствах искусственного интеллекта.

Общая характеристика методики решения задач оптимизации и организации энергоресурсосберегающих ХТС с использованием инструментальных программных средств "Excel", "MatLab" и "MathCad".

#### **4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>0,9</b>	<b>32</b>
Лекции (Лек)	0,45	16
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,1</b>	<b>40</b>

Самостоятельное изучение разделов дисциплины		<b>39,8</b>
Контактная самостоятельная работа		<b>0,2</b>
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	-	<b>Зачет с оценкой</b>

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>0,9</b>	<b>24</b>
Лекции (Лек)	0,45	12
Практические занятия (ПЗ)	0,45	12
Лаборатория	0,9	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>		<b>30</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	<b>1,1</b>	<b>39,85</b>
Контактная самостоятельная работа		<b>0,15</b>
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	-	<b>Зачет с оценкой</b>

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Дискретная математика в химической технологии» (Б1.В.ДВ.5.1)**

**1 Цель дисциплины** – формирование у студентов фундаментальных знаний при изучении вопросов теоретико-множественного описания математических объектов, основных проблем теории графов и методологии использования аппарата математической логики, составляющих теоретический фундамент описания функциональных систем; приобретение навыков решения основных задач по ряду разделов дискретной математики: теория множеств и отношения на множествах, теория графов, функции алгебры логики.

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

**овладеть следующими общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:**

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13);

**Знать:**

основные законы алгебры множеств и алгебры логики, основные принципы и формулы комбинаторики; формулировки утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их приложений

- основные сведения о построении топологических моделей (графов) и разработки топологических алгоритмов;

**Уметь:**

- описывать различные математические структуры в терминах теории множеств, доказывать математические утверждения, зависящие от целого числа  $n$ , методом математической индукции, изображать множества, записываемые с помощью различных операций алгебры множеств, на диаграммах Венна-Эйлера, решать задачи

комбинаторики, находить базис в системе булевых функций, упрощать формулы логики высказываний и логики предикатов;

**Владеть:**

- навыками по построению математических моделей реальных инженерных задач позиций дискретной математики

**3 Краткое содержание дисциплины.**

1. Введение.

Понятие дискретной величины. Единство дискретности и непрерывности. Дискретная математика и комбинаторный анализ в химической технологии. Классические комбинаторные задачи. Структура курса «Модели и методы дискретной математики в химической технологии».

2. Алгебра логики (алгебра исчисления логических высказываний).

Логическое высказывание. Логическая функция. Логическая формула. Логические связи (союзы). Операции над логическими высказываниями (дизъюнкция, конъюнкция, импликация, эквиваленция, отрицание). Логические операции: штрих Шеффера, стрелка Пирса, булева разность переменных, строгая дизъюнкция. Таблицы истинности для логических функций. Тавтология (тождественно истинная формула).

3. Законы для операций над логическими высказываниями: ассоциативности, коммутативности, дистрибутивности, идемпотентности, поглощения (абсорбции), констант, двойного отрицания, противоречия, исключенного третьего, де Моргана, склеивания (расщепления), обобщенного склеивания, силлогизма, контрапозиции. Равенства из таблиц истинности для импликации и эквиваленции.

Тождественные (эквивалентные) преобразования логических формул. Понятие равенства (равносильности) логических формул. Приоритетность выполнения логических операций в скобках, правила «опускания скобок» в логических формулах. Доказательство равносильности логических формул с использованием законов для операций над логическими высказываниями.

4. Нормальные формы логических функций.

Элементарная конъюнкция. Дизъюнктивные нормальные формы (ДНФ) и совершенная дизъюнктивная нормальная форма (СДНФ) логической функции.

Элементарная дизъюнкция. Конъюнктивные нормальные формы (КНФ) и совершенная конъюнктивная нормальная форма (СКНФ) логической функции.

Алгоритмы приведения логических формул логических функций к СДНФ и СКНФ: 1) с использованием таблиц истинности; 2) на основе эквивалентных преобразований.

5. Модели алгебры логики в химической технологии.

Модели представления неформализованных знаний в гибридных экспертных системах (ГЭС): фреймы, предикаты, предикатно-фреймовые модели, правила продукции.

6. Основные понятия и определения теории множеств.

Операции над множествами (объединение, пересечение, разность, симметрическая разность, отрицание). Качественные модели (диаграммы) Венна-Эйлера. Логические высказывания для операций над множествами.

Законы для операций над множествами. Доказательство справедливости тождеств для множеств с использованием: - диаграмм Венна-Эйлера; - законов для операций над логическими высказываниями; - законов для операций над множествами.

Аналогии для операций над логическими высказываниями и операциями над множествами.

7. Основные понятия и определения теории графов. Матричное представление графов.

Ориентированные, неориентированные, смешанные графы. Основные элементы графа: для неориентированного - ребро, цепь, цикл; для ориентированного - дуга, путь, контур, цикл. Остовное дерево, ранг графа.

Матричное представление графов (двустрочная матрица дуг, матрица смежности, матрица инцидентий, цикломатическая матрица, матрица отсечений).

Графы как топологические модели различных видов потоков химико-технологических систем и цепей поставок. Краткая характеристика топологических моделей (графов) материальных и энергетических потоков ХТС.

8. Основные понятия и определения теории перечислений простых графов. Задача о назначениях (ЗОН).

Простой двудольный граф. Покрытие. Минимальное покрытие. Паросочетание. Полное паросочетание. Максимальное паросочетание. Оптимальное максимальное паросочетание. Опора. Минимальная опора.

Содержательная и математическая постановки задачи о назначениях (ЗОН). Венгерский алгоритм решения ЗОН.

9. Деревья вариантов решений (ДВР) инженерно-технологических и организационно-управленческих задач. Методы упорядоченного перебора на ДВР.

Перспективно-отсекающая декомпозиция. Деревья (имплицитное, эксплицитное) вариантов решений. Стратегии полного упорядоченного перебора на ДВР («в ширину», «в глубину», «смешанная»). Метод «ветвей и границ». Стратегии ограниченного упорядоченного перебора на ДВР («волновая», «лучевая», «луче-волновая»).

10. Производственно-экономические и транспортные сети.

Сети Петри – топологические модели организационно-технологической эксплуатации ХТС и цепей поставок.

Сетевые графики – топологические модели проектирования, планирования и управления деятельностью ХТС и цепей поставок.

Диаграммы Ганта – параллельно-последовательные модели организационно-технологического функционирования химических производств.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,8</b>	<b>64</b>
Лекции (Лек)	0,9	32
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,2</b>	<b>44</b>
<b>Вид итогового контроля: экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>
Подготовка к экзамену		<b>35.6</b>
Контактная аттестация		<b>0.4</b>

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,8</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,9	24
Практические занятия (ПЗ)	0,9	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,2</b>	<b>33</b>
<b>Вид итогового контроля: экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>27</b>
Подготовка к экзамену		<b>26.7</b>
Контактная аттестация		<b>0.3</b>

**Аннотация рабочей программы дисциплины «Методы комбинаторной оптимизации в химической технологии» (Б1.В.ДВ.5.2)**

**1. Цель дисциплины** – формирование углубленных знаний по разделам теории графов и комбинаторного анализа, сущность и применение методов комбинаторной оптимизации на основе одного из широко распространенных методов комбинаторного поиска оптимальных решений – метода ветвей и границ для решения прикладных задач в химической технологии, ресурсоэнергоэффективной инженерно-технической организации сложных химико-технологических систем и логистике ресурсоэнергосбережения. Указанные задачи относятся к классу комбинаторных задач неполиномиальной сложности (NP-задач комбинаторики).

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

**овладеть следующими общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:**

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13);

**Знать:**

- основные понятия и термины теории графов и комбинаторного анализа  
- основные принципы перечисления объектов;  
- важнейшие системы чисел, появляющиеся в комбинаторных подсчетах;  
- понятие производящей функции последовательности;  
- основные характеристики графов; специальные цепи и циклы в графе; понятие основного дерева в графе;  
- методы подсчета хроматического числа графа;

**Уметь:**

- использовать аппарат и методы теории графов и комбинаторики для грамотной математической постановки и анализа задач в химической технологии;  
- применять полученные знания для решения конкретных задач, возникающих в профессиональной деятельности.

**Владеть:**

– математическим аппаратом комбинаторной оптимизации.  
- методами расчёта систем, представленных графическим образом.  
развитие навыков описания дискретных объектов с использованием понятий теории графов;

**3 Краткое содержание дисциплины.**

**1. Задачи комбинаторной оптимизации технологических решений.**

Постановка задач комбинаторной оптимизации технологических решений.

Общая характеристика методов решения задач комбинаторной оптимизации.

**2. Способы формального представления задач комбинаторной оптимизации.**

Применение топологических моделей для отображения математической постановки задач комбинаторной оптимизации.

Основные понятия теории графов

Матричное представление графов

Способы представления множества решений задач комбинаторной оптимизации

Представление множества решений задач в пространстве состояний

Способ сведения задач к подзадачам

Стратегии поиска оптимальных решений на дереве вариантов решений

**3. Применение методов упорядоченного ограниченного перебора для решения логистических задач комбинаторной оптимизации**

Методы поиска минимального гамильтонова цикла в графе

Постановка прикладной логистической задачи  
 Решение задачи о коммивояжёре методом «ближайшего города»  
 Дерево вариантов решений задачи о коммивояжёре  
 Решение задачи о коммивояжёре методом ветвей и границ  
 Методы поиска оптимального маршрута в транспортной сети  
 Постановка задачи  
 Метод «ближайшего города»  
 Метод ветвей и границ  
 Методы поиска максимального гамильтонова цикла в графе  
 Постановка задачи  
 Метод ветвей и границ  
 Методы поиска оптимальных решений задач линейного целочисленного программирования  
 Постановка задачи  
 Метод ветвей и границ  
 Определение эффективности стратегии поиска решения с использованием дерева вариантов решений  
 Правила поиска оптимального решения комбинаторных задач методом ветвей и границ  
 Основные условные обозначения вершин дерева вариантов решений при решении задач методом ветвей и границ  
 4. Примеры решения задач комбинаторной оптимизации в химической технологии и логистике  
 Задача поиска минимального цикла переналадки технологической установки  
 Задача поиска минимального маршрута в транспортной сети  
 Задача поиска максимально эффективного цикла перенастройки технологической установки  
 Задача синтеза оптимальной однородной системы ректификации многокомпонентной смеси.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,8</b>	<b>64</b>
Лекции (Лек)	0,9	32
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,2</b>	<b>44</b>
<b>Вид итогового контроля: экзамен</b>		<b>36</b>
Подготовка к экзамену	<b>1,0</b>	<b>35.6</b>
Контактная аттестация		<b>0.4</b>

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,8</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,9	24
Практические занятия (ПЗ)	0,9	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,2</b>	<b>33</b>
<b>Вид итогового контроля: экзамен</b>		<b>27</b>
Подготовка к экзамену	<b>1,0</b>	<b>26.7</b>
Контактная аттестация		<b>0.3</b>

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Теоретические основы энергоресурсосберегающих химико-технологических систем» (Б1.В.ДВ.6.1)**

**1. Цель дисциплины** – формирование углубленных знаний физико-химической сущности процессов энерго- и ресурсосбережения последующим анализом результатов; формирование у студентов научного и инженерного подхода к вопросам рационального использования энерго- и материальных ресурсов, в химической технологии, нефтехимии биотехнологии.

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

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- способностью анализировать технологический процесс как объект управления (ПК - 9);
- способностью проводить стоимостную оценку основных производственных ресурсов (ПК-10);
- способностью систематизировать и обобщать информацию по формированию и использованию ресурсов предприятия (ПК-12);
- готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13);
- способностью моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности (ПК-16);

**Знать:**

- классификацию и общую характеристику основных видов природных и минеральных ресурсов, используемых в химических технологиях;
- концепции, принципы и научные основы энергоресурсосберегающих экологически безопасных химических технологий;
- сущность способов обеспечения энергоресурсосбережения в химических технологиях и химико-технологических системах: инженерно-технологических и физико-химических способов наилучшего использования движущей силы химико-технологических процессов (ХТП), наиболее полной переработки сырья, наилучшего использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), наилучшего функционально-структурного использования аппаратов и машин химической технологии;
- сущность организационно-технических методов и приемов энергоресурсосбережения;
- сущность методов логистики ресурсосбережения как организационно-управленческого фактора обеспечения энергоресурсосбережения на производствах и предприятиях и в цепях поставок высококачественной химической продукции;
- понятия малоотходных, безотходных и ресурсоэнергосберегающих химико-технологических систем;
- общую характеристику способов обеспечения и повышения надежности химических производств;
- общую характеристику автоматизированных систем управления химико-технологическими процессами и предприятиями.

**Уметь:**

- применять теоретические основы энергоресурсосберегающих химических технологий для разработки и управления эксплуатацией новых энергоресурсоэффективных экологически безопасных химико-технологических систем;
- выбирать экономически эффективные способы, методы и приемы обеспечения энергоресурсосбережения в химических технологиях для реконструкции и модернизации действующих производств и предприятий нефтегазохимического комплекса;



- формулировать физико-химическую и инженерно-технологическую постановку задач оптимизации показателей удельной материалоемкости и энергоемкости действующих химических производств и предприятий;

**Владеть:**

- методологией системного анализа основных способов, методов и приемов обеспечения энергоресурсосбережения в химических технологиях;

- способами, методами и приемами комплексной переработки природного сырья, энергоресурсоэффективного комбинирования различных химико-технологических процессов и производств, организации замкнутого водоснабжения на химических предприятиях, минимизации отходов, предотвращения потерь и снижения выбросов на производствах и предприятиях нефтегазохимического комплекса.

**3 Краткое содержание дисциплины.**

**Введение**

**1. Основные понятия и определения теории энергоресурсосберегающих химических технологий.**

Краткая характеристика природных и техногенных ресурсов нефтегазохимического и биохимического комплекса. Энергоресурсосбережение как важнейший фактор обеспечения устойчивого социально-экономического развития.

Показатели энергоресурсосбережения, результативности и энергоресурсоэффективности химических технологий и химико-технологических систем. Сущность системного подхода в химической технологии.

Классификация и общая характеристика основных способов, методов, приемов и операций энергоресурсосбережения в химико-технологических процессах и химико-технологических системах.

Понятие малоотходных, безотходных и энергоресурсосберегающих химико-технологических систем. Понятие химико-энерго-технологических систем.

**2. Системный анализ основных способов энергоресурсосбережения в химических технологиях.**

Общая характеристика способов и приемов энергоресурсосбережения в химических технологиях и химико-технологических системах (ХТС).

Способ наилучшего использования движущей силы химико-технологических процессов (ХТП). Методы увеличения константы скорости ХТП: увеличение температуры взаимодействующей физико-химической системы; использование катализаторов для процессов, протекающих в кинетической области; усиление перемешивания реагирующих масс (турбулизация системы) в процессах, лимитируемых межфазным переносом. Методы увеличения движущей силы ХТС: увеличение концентрации взаимодействующих компонентов в сырье; увеличение давления; отводом продуктов реакции из реакционного объема; смещение равновесия при изменении температуры и давления.

Способ наиболее полной переработки сырья. Основные методы реализации способа наиболее полной переработки сырья: использование реагента в избытке по отношению к теоретически необходимому количеству; организация противотока перерабатываемых веществ; смещение равновесия при обратимых реакциях; воздействие на нежелательные побочные реакции; стабилизация наиболее рационального (оптимального) состояния проведения ХТП; организация последовательно-обводных, или байпасных, и обратных, или рециклических, технологических потоков в ХТП; регенерация вспомогательных исходных веществ; рекуперация побочных продуктов и отходов; создание совмещенных ХТП; введение дополнительного вещества; многократное воздействие на фазы перерабатываемых веществ.

Способ наилучшего использования топливно-энергетических ресурсов. Основные методы реализации способа наилучшего использования ТЭР: выбор оптимального вида сырья; применение высокоэффективных катализаторов; выбор направления относительного движения теплообменивающихся потоков; оптимизация температурных

режимов для проведения ХТП; регенерация и рекуперация теплоты; многократное использование теплоты; совмещение тепловых, химических и массообменных процессов; применение рациональных ХТП выделения готовых продуктов; наиболее полная утилизация вторичных энергоресурсов (ВЭР); сокращение прямых потерь ТЭР и повышение надежности оборудования; снижение затрат энергии на процессы измельчения; снижение затрат энергии на транспортировку технологических потоков; комплексное использование сырья и ТЭР; теплоэнергетическое комбинирование ХТП, ХТС и производств; оптимальная организация эксплуатации энергетического оборудования.

Способ наилучшего функционально-структурного использования аппаратов и машин химической технологии. Методы и приемы реализации наилучшего использования оборудования: уменьшение сопротивлений лимитирующих массо- и теплоперенос; уменьшение гидравлического сопротивления аппаратов и машин; снижение кинетических сопротивлений для химических превращений; комбинирование однотипных аппаратов и узлов; агрегатирование функций аппаратов и узлов; создание оптимального инженерно-аппаратурного оформления ХТП; создание оптимальных технологических связей между оборудованием (байпасные и обратные технологические потоки); исключение нерациональных промежуточных технологических стадий, или операций, производства; дискретно периодическая подача вещества в аппарат; выбор режима функционирования ХТП (непрерывный, периодический, периодическо-непрерывный или полунепрерывный режим); создание совмещенных гибких химико-технологических систем (ХТС) для выпуска многоассортиментной продукции с периодическими и полунепрерывными ХТП; разработка распределенных иерархических АСУ ТП; создание комбинированных ХТС.

### **3. Организационно-технические способы и приемы энергоресурсосбережения в химических технологиях.**

Способ комплексной переработки природного сырья. Способы и приемы комбинирования разнообразных химико-технологических процессов и производств.

Способы наиболее полной утилизации вторичных энергоресурсов (ВЭР). Способ замкнутого водоснабжения химико-технологических процессов химических производств.

Способы обеспечения и повышения надежности оборудования химических производств. Способы и приемы рациональной компоновки оборудования химических, нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств.

Автоматизированные системы как инструменты обеспечения ресурсосбережения химических производств.

### **4. Режимно-параметрические приемы и операции энергоресурсосбережения.**

Оптимизация значений концентраций реагирующих веществ; оптимизация значений параметров химико-технологических процессов (ХТП) – температуры и давления; смещение состояния равновесия обратимых ХТП в желаемом направлении; изменение механизма химических превращений; использование одного из реагентов в избытке; применение высокоактивных и селективных катализаторов; изменение скорости движения фаз перерабатываемых веществ; увеличение поверхности соприкосновения перерабатываемых веществ; изменение направления движения потоков взаимодействующих веществ; ввод дополнительных веществ-инициаторов, промежуточных теплоносителей, поверхностно-активных веществ, растворителей, разделяющих агентов; изменение числа перерабатываемых веществ (ввод инертных газов или твердых тел, изменение агрегатного состояния одного из перерабатываемых веществ путем конденсации или испарения, кристаллизация одного из продуктов реакции).

### **5. Инженерно-технологические приемы и операции энергоресурсосбережения.**

Совмещение различных процессов химической технологии в одном аппарате (различных химических процессов, химических и массообменных, химических и теплообменных процессов); дискретно-периодическая подача потоков перерабатываемых веществ в аппарат (периодическая подача потоков веществ, наложение внешних

пульсаций на фазы и потоки веществ, использование турбулентных пульсаций); создание внешних энергетических воздействий на ХТП (электрических и магнитных полей, радиационного и лазерного излучений); применение внешних перемешивающих устройств; регенерация и рекуперация вторичных материальных ресурсов; создание рациональных технологических связей между аппаратами ХТС (байпасные, параллельные и обратные технологические потоки вещества и энергии); исключение промежуточных технологических стадий и операций; согласование режимов функционирования ХТП.

#### **6. Аппаратно-конструктивные приемы и операции энергоресурсосбережения.**

Создание рациональных конструкций аппаратов (выбор геометрической формы узлов и деталей аппарата, в частности, единиц массопереноса; выбор материала конструкций); определение оптимальных размеров аппарата; изменение схем движения перерабатываемых веществ; создание многократного воздействия на фазы перерабатываемых веществ (продольное и поперечное секционирование, распределение фаз по высоте аппарата, многократная конверсия фаз и др.); использование энергии контактирующих фаз (турбулизация и соударение потоков, закручивание фаз, транспортирование одной фазы другой фазой, взаимное эжектирование и др.); совмещение отдельных узлов и аппаратов (комбинирование однотипных аппаратов и узлов, агрегирование функций аппаратов и узлов); модульное конструирование многофункциональных аппаратов.

#### **7. Методология разработки энергоресурсосберегающих экологически безопасных химико-технологических систем.**

Сущность и основные этапы методологии разработки энергоресурсосберегающих экологически безопасных химико-технологических систем.

Передовые направления развития методологии разработки энергоресурсосберегающих химико-технологических систем.

Использование принципов «зеленой» химии, «зеленой» техники и «зеленой» логистики для разработки энергоресурсоэффективных экологически безопасных ХТС.

#### **8. Стратегия минимизации отходов в химических технологиях и химико-технологических системах.**

Сущность концепции и стратегии минимизации отходов.

Технологические и организационно-технические способы минимизации отходов при эксплуатации ресурсосберегающих ХТС. Уменьшение отходов при трудностях организации рециркуляции технологических потоков (увеличение степени превращения для необратимых и обратимых реакций); уменьшение отходов от первичных (основных) и многоэтапных реакций; уменьшение отходов за счет примесей в потоках реагентов путем использования отходов побочных продуктов; уменьшение отходов катализаторов.

Способы минимизации отходов в системах разделения многокомпонентных смесей и системах рециркуляции: непосредственное рециркулирование потоков отходов; очистка потока питания; устранение вспомогательных веществ, используемых в процессах разделения; использование дополнительных процессов разделения потоков отходов для достижения высокой степени рекуперации; использование дополнительных реакций для достижения высокой степени рекуперации.

Классификация технологических способов обработки отходов и очистки выбросов в ХТС. Классификация технологических способов и аппаратов очистки газовых выбросов от твердых частиц: пылеуловители, инертные сепараторы, циклоны, скрубберы, мешочные фильтры, электростатические осадители.

Краткая характеристика химико-технологических процессов и аппаратов очистки газообразных выбросов: конденсация, абсорбция, адсорбция, факельное сжигание; сжигание.

Классификация технологических процессов и аппаратов очистки водных стоков: первичная, вторичная (биологическая) и окончательная очистка.

## 9. Общая характеристика методов логистики как инструментов экономически эффективного управления энергоресурсосбережением на производствах и предприятиях.

Основные понятия логистики; объекты, предметы и средства логистики. Химические производства и предприятия как специальный класс объектов логистики.

Краткая характеристика методов логистики ресурсосбережения:

методы оптимального планирования и управления товарно-материальными запасами производств и предприятий; методы оптимального планирования и управления потребностями в материалах, сырье и ТЭР при производстве продукции;

методы оптимального водопотребления на производстве, минимизации сточных вод и организации замкнутого водооборота; методы планирования потребности материалов, планирования производственных ресурсов, планирования ресурсов предприятий, планирования распределения продукции.

методы автоматизированной логистической поддержки жизненного цикла химической продукции и химических технологий (методы CALS-технологий).

## 10. «Зеленая» логистика как организационно-управленческий фактор повышения энергоресурсоэффективности и экологической безопасности предприятий нефте-газохимического комплекса.

Общая характеристика принципов «зеленой» химии. Основные методы и стратегии «зеленой» логистики. Физико-химические и логистические концепции разработки энергоресурсосберегающих экологически безопасных технологий переработки промышленных отходов.

Комплексная методология разработки энергоресурсосберегающих экологически безопасных технологий переработки промышленных отходов с использованием принципов «зеленой» логистики.

### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,89	32
Практические занятия (ПЗ))	0,44	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,67</b>	<b>60</b>
Изучение разделов дисциплины	1,11	40
Подготовка к контрольным работам	0,56	20
<b>Вид итогового контроля: экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>
Подготовка к экзамену		<b>35.6</b>
Контактная аттестация		<b>0.4</b>

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,33</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	0,44	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,67</b>	<b>45</b>
Изучение разделов дисциплины	1,11	30
Подготовка к контрольным работам	0,56	15
<b>Вид итогового контроля: экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>27</b>
Подготовка к экзамену		<b>26.7</b>
Контактная аттестация		<b>0.3</b>

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Стратегическое управление энергосбережением в региональных промышленных комплексах» (Б1.В.ДВ.6.2)**

**1. Цель дисциплины** - формирование системных и профессиональных навыков в области энергосбережения на разных пространственно-временных иерархиях, формирование профессиональных и исследовательских навыков по реализации энергосберегающих технологий при функционировании энергообъектов, промышленных предприятий и региональных промышленных комплексов.

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

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- способностью анализировать технологический процесс как объект управления (ПК - 9);
- способностью проводить стоимостную оценку основных производственных ресурсов (ПК-10);
- способностью систематизировать и обобщать информацию по формированию и использованию ресурсов предприятия (ПК-12);
- готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13);
- способностью моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности (ПК-16);

**Знать:**

- основные понятия стратегического управления
- показатели энергоэффективности промышленных предприятий и региональных промышленных комплексов;
- основные тенденции изменения структуры энергопотребления и показателей энергоемкости в промышленности России;
- концепция и основные принципы всеобщего управления энергосбережением;
- сущность методов стратегического управления энергосбережением;
- классификация видов потерь ТЭР и способов повышения энергосбережения в промышленности.

**Уметь:**

- практически применять методологию стратегического управления энергоресурсосбережением промышленных предприятий и региональных промышленных комплексов;
- составлять прогнозный топливно-энергетический баланс;
- оценивать резервы энергосбережения в промышленности субъектов РФ

**Владеть:**

- методологией иерархического метода стратегического управления энергосбережением в региональных промышленных комплексах;
- организационно-функциональным методом реализации региональной стратегии энергосбережения;
- способами, методами и приемами разработки стратегических решений по обеспечению энергосбережения в промышленности, организации системы контроллинга энергоэффективности региональных промышленных комплексов и стандартизации бизнес-процессов обеспечения энергосбережения в промышленности.

**3 Краткое содержание дисциплины.**

**1. Введение. Основные понятия и определение стратегического управления.**

Понятия энергоресурсосбережения регионального, промышленного комплекса и промышленного кластера.

## **2. Значение стратегического управления энергосбережением для повышения эффективности промышленности.**

Стратегическое управление энергосбережением как инструмент повышения энергоэффективности промышленных регионов. Современные научные исследования по разработке и реализации стратегий энергосбережения в промышленности. Топливо-энергетический баланс - инструмент формирования и реализации стратегии энергосбережения. Показатели энергоэффективности промышленных предприятий и региональных промышленных комплексов.

## **3. Системный анализ организационно-экономических мероприятий по обеспечению энергосбережения в промышленности РФ.**

Организационно-экономический анализ стратегий развития топливно-энергетического комплекса России и за рубежом. Основные тенденции изменения структуры энергопотребления и показателей энергоемкости в промышленности России. Анализ эффективности современных систем обеспечения энергосбережения в региональных промышленных комплексах Российской Федерации. Нормативная правовая база по обеспечению энергосбережения на региональном уровне.

## **4. Методические основы стратегического управления энергосбережением в региональных промышленных комплексах.**

Концепция и основные принципы всеобщего управления энергосбережением.

Иерархический метод стратегического управления энергосбережением в региональных промышленных комплексах. Сущность метода. Уровень формирования стратегии энергосбережения в промышленно-энергетических кластерах. Уровень формирования региональной стратегии энергосбережения в отраслях промышленности. Уровень формирования стратегии энергосбережения на промышленных предприятиях. Организационно-функциональный метод реализации региональной стратегии энергосбережения. Методика объединения стратегий энергосбережения и социально-экономического развития регионов. Методика использования возобновляемых источников энергии для обеспечения энергоэффективности региональных промышленных комплексов.

## **5. Региональный топливо-энергетический баланс как аналитический инструмент стратегического планирования и управления энергосбережением в промышленности.**

Составление прогнозного топливо-энергетический баланса – важный этап формирования стратегии социально-экономического развития региона. Разработка научно-обоснованной структуры регионального топливо-энергетического баланса с учетом различных видов ТЭР в регионах. Итерационная встречно-направленная процедура формирования региональных прогнозных ТЭБ. Методика разработки стратегических решений по обеспечению энергосбережения в промышленности на основе региональных ТЭБ. Метод организации системы контроллинга энергоэффективности региональных промышленных комплексов с использованием ТЭБ. Методика стандартизации бизнес-процессов обеспечения энергосбережения в промышленности с применением международных стандартов менеджмента качества.

## **6. Организационно-экономические методы определения резервов энергосбережения в региональных промышленных комплексах.**

Классификация видов потерь ТЭР и резервов энергосбережения в промышленности. Обоснование выбора системы ключевых показателей для оценки резервов энергосбережения в региональных промышленных комплексах. Оценка резервов энергосбережения в промышленности субъектов России. Модифицированная процедура проведения комплексного энергетического обследования региональных промышленных комплексов.

## **4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,67</b>	<b>60</b>
Изучение разделов дисциплины	1,11	40
Подготовка к контрольным работам	0,56	20
<b>Вид итогового контроля: экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>
Подготовка к экзамену		<b>35.6</b>
Контактная аттестация		<b>0.4</b>

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,33</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	0,44	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,67</b>	<b>45</b>
Изучение разделов дисциплины	1,11	30
Подготовка к контрольным работам	0,56	15
<b>Вид итогового контроля: экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>27</b>
Подготовка к экзамену		<b>26.7</b>
Контактная аттестация		<b>0.3</b>

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Пинч-анализ и оптимизация энергоэффективности химических производств» (Б1.В.ДВ.7.1)

**1. Цель дисциплины** – приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков в области пинч-анализа и оптимизация энергоэффективности химических производств, с целью решения задач повышения энергоэффективности нефтегазохимического комплекса (НГХК).

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

**овладеть следующими общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:**

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13);

- способностью моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности (ПК-16);

**Знать:**

– классификацию методов пинч-анализа, применяемых в тепловых сетях НГХТ;

– задачи, решаемые в конкретных условиях производств согласно стадиями «луковичной диаграммы» проектирования предприятий НГХК;

– основные положения термодинамики и конструкции теплообменного оборудования.

**Уметь:**

- применять методы пинч-анализа для построения тепловых сетей предприятий НГХК с минимальным количеством теплообменников;
- проводить анализ тепловых сетей предприятий химического и нефтегазохимического профиля, состоящих из нескольких горячих и нескольких холодных потоков;
- выявлять точки подключения теплообменного оборудования как в зоне рекуперации тепловых потоков, так и в зонах притока и съёма тепла внешними утилитами;
- планировать технологические схемы, содержащие теплообменное оборудование, обеспечивающие оптимальный подвод и отвод тепла внешними утилитами при оптимальной площади поверхности теплообмена теплообменного оборудования.

**Владеть:**

- методологией расчёта теплообменного оборудования (теплообменников «труба в трубе», кожухотрубчатых теплообменников, пластинчатых теплообменников);
- методами построения температурно-энтальпийных диаграмм для систем, включающих горячие и холодные потоки;
- методами нахождения точки пинча для расчёта оптимального соотношения энергозатрат и поверхности теплообмена;
- методами пинч-анализа, включающих сеточные диаграммы и табличный метод.

**3. Краткое содержание дисциплины:**

Основные понятия термодинамики, тепловые процессы, происходящие при переходе через поверхность теплообмена, энтальпия. Принципы работы теплообменного оборудования. Основные конструкции теплообменных аппаратов. Принципы расчёта теплообменников.

Общая характеристика методов пинч-анализа, применяемых для оптимизации энергоресурсоэффективных химико-технологических систем (ЭРЭ-ХТС). Температурно-энтальпийные кривые, точка пинча, горячие и холодные потоки, рекуперация тепловой энергии в теплообменных системах предприятий НГХК.

Методика проектирования ресурсо- и энергосберегающих ХТС. «Луковичная диаграмма». Улучшение проектов с помощью пинч-анализа.

Построение составных кривых технологических потоков и определение энергетических целей. Технологические потоки на температурно-энтальпийной плоскости. Понятия потоковая теплоёмкость, минимальная разность температур между теплоносителями в теплообменных аппаратах.

Решение задач с одним горячим потоком (тепловой источник) и одним холодным потоком (тепловой сток); с несколькими горячими и холодными потоками.

Зависимость общей стоимости теплообменной системы, включающую стоимость оборудования и стоимость внешних утилит, от величины  $\Delta T_{min}$ .

Методы пинч-анализа, решаемые с помощью алгоритма табличной задачи (метод, с помощью которого можно без построения графиков вычислять целевые энергетические значения); решаемые с помощью деления системы потоков ХТС на тепловой сток и тепловой источник, решаемые с помощью сеточных диаграмм.

Расчёты в пинч-анализе, осуществляемые с использованием компьютерных программ общей доступности (HINT и т.д.).

**4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>48</b>



Лекции (Лек)	0,4	16
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>60</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,7	59,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>-</b>	<b>Зачет</b>

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0,4	12
Практические занятия (ПЗ)	0,9	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>45</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,7	44,85
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>-</b>	<b>Зачет</b>

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Оценка воздействия химических производств на окружающую среду» (Б1.В.ДВ.7.2)**

**1. Цель дисциплины** - заложить у студентов основы знаний по оценке воздействия химических производств на окружающую среду; дать теоретические представления о различных типах и видах экологических экспертиз; научить использовать методы и принципы оценки воздействия на природную среду и проведения государственной экологической экспертизы.

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

**овладеть следующими общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:**

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13);

- способностью моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности (ПК-16);

**Знать:**

- о взаимосвязи экологических проблем с техническими, организационными и экономическими проблемами конкретного производства;

- основы оценки воздействия промышленных предприятий на окружающую среду и основы учения правовых основ природопользования и охраны окружающей среды.

**Уметь:**

- применять методы анализа и оценки антропогенного воздействия на окружающую среду;

- обобщать и обрабатывать экспериментальную информацию в виде отчетов.

**Владеть:**

- методами решения экологических задач по оценке воздействия различных производств на окружающую среду.

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

#### **Модуль 1. Экологический анализ технологий**

Тема 1. Методы оценки технологий производства. Общие понятия. Методы оценки на всех этапах степени экологической опасности способов производства и технологических переделов, выходов технологии в природную среду, оценки экологической опасности продукции, ее использования и хранения, а также опасности хранения и использования отходов. Нормативная основа экологических оценок - действующие нормативы технологии сырья, землеемкости, ресурсоемкости, отходности, а также санитарногигиенических и экологических нормативов

Тема 2. Классификации отраслей по степени экологической опасности. Абсолютные и удельные показатели водоемкости, землеемкости, отходности отрасли индекс экологической опасности отрасли промышленности. Соотношение удельного веса отрасли в валовом промышленном продукте и доли в общем объеме выбросов, а также объемы, разнообразие и токсичность выбрасываемых веществ - коэффициент токсичности выбросов. Группировка отраслей по экологической опасности выбросов и сбросов.

Тема 3. Экологическая оценка технологий. Показатели экологической оценки технологий: техногенные, эколого-техногенные и эколого-экономические характеристики.

Техногенные характеристики - материальный и энергетический балансы с выделением отходов, выбросов, сбросов. Характеристики источников выбросов и сбросов. Уровни шума, вибраций, электромагнитных, ионизирующих и тепловых излучений, размеры санитарно-защитных зон и др. Эколого-техногенные характеристики - принципы и схемы малоотходных и безотходных, ресурсо- и энергосберегающих решений, систем очистки выбросов и сбросов, способов утилизации и переработки отходов производства и ликвидации техники по истечении сроков ее эксплуатации. Расчет возможных аварийных ситуаций, сопровождающихся выбросами и сбросами вредных веществ, с учетом времени, массы и объема, а также способов и схем ликвидации аварийных ситуаций и их последствий.

Эколого-экономические характеристики: расчеты затрат на экологические мероприятия при разработке и эксплуатации технологии и сравнение их с экологическим ущербом от техногенных воздействий; расчетные ценообразующие характеристики новой техники и технологии с учетом экологических составляющих; расчетные удельные величины ущерба на единицу выброса (концентрации), платежей на единицу ущерба и сравнение их с нормативными параметрами.

Тема 4. Основы методов экологизации технологий. Уровни производства, основные технологические системы и подсистемы производственных процессов. Факторы влияния на интенсивность процессов и количество выбросов и отходов. Методы очистки выбросов и сбросов. Замкнутые циклы и системы водоснабжения. Безотходные технологии. Мониторинг источников загрязнения окружающей среды

Тема 5. Экологическая безопасность добычи углеводородов и линейных сооружений. Технологические особенности добычи нефти и газа на суше и подводном шельфе, детальный анализ влияния на окружающую среду. Докритическое и аварийное состояние трубопроводного транспорта на основе данных наземного и дистанционного мониторинга. Методы ГИС-технологий для прогнозирования и локализации последствий

Тема 6. Методы переработки отходов и рекультивации ландшафтов. Утилизация и обезвреживание токсичных отходов, технологии и перспективы вторичного использования. Технологические и биологические этапы рекультивации земель и водоемов. Проблемы утилизации твердых бытовых отходов

#### **Модуль 2. Оценка воздействия на окружающую среду**

Тема 7. Нормирование и оценка воздействия на природу. Оценка как прогноз отклонений от нормы, санитарно-гигиеническое нормирование и его недостатки, нормы

качества воздуха, воды, почв, экологическое нормирование, методы оценки, проекты предельно допустимых выбросов и сбросов.

Тема 8. Сферы оценки. Процессы воздействия. Области человеческой деятельности, где наиболее распространена оценка последствий; финансовые основания оценки (платежи за загрязнение и размещение отходов); географические основания оценки, типы воздействий и последствий.

Тема 9. Скрининг, определение масштабов (скопинг), прогнозирование. Содержание предварительной оценки в России и за рубежом, типичные вопросники, опасные и технически сложные объекты, способы прогнозирования, оценочные матрицы.

Тема 10. Оценка социально-экономических последствий. Два разных подхода в оценке последствий в условиях реализации проекта в однородной и разнородной среде, задачи оценки с позиций социальных норм, типы социальных последствий, понятие оценки риска, оценка риска для здоровья населения, оценка риска для здоровья, связанного с загрязнением и шумом, экономическая оценка причиненного ущерба здоровью, экономическая оценка ущербов и ее правовая база.

Тема 11. Оценка воздействий и экспертиза. Цель экспертизы, государственная и общественная экспертиза, экологическая экспертиза, принципы экспертизы, примеры экспертиз. Аудит и мониторинг. Цель аудита, виды аудита, аудит как оценка риска, экологический аудит.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,4	16
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>60</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,7	59,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>-</b>	<b>Зачет</b>

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0,4	12
Практические занятия (ПЗ)	0,9	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>45</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,7	44,85
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>-</b>	<b>Зачет</b>

Аннотация рабочей программы дисциплины «Основы инжиниринга энергоресурсосберегающих химико-технологических систем» (Б1.В.ДВ.8.1)

**1. Цели дисциплины «Основы инжиниринга энергоресурсосберегающих химико-технологических систем»:**

- формирование понятий и видов инжиниринга;
- изучение основных процедур компьютеризированного инжиниринга;
- изучение основных направлений современной теории искусственного инжиниринга.

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

**овладеть следующими общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:**

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- способностью систематизировать и обобщать информацию по формированию и использованию ресурсов предприятия (ПК-12);  
- способностью моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности (ПК-16);

**Знать:**

- основные виды инжиниринга;  
- фундаментальные основы компьютеризированного инжиниринга;  
- реинжиниринг бизнес процессов  
- понятие Единого информационного пространства (ЕИП), или Единой информационной среды (ЕИС).

**Уметь:**

- составить бизнес-план организации

**Владеть:**

- многоуровневыми и многоэтапными разработками и исследования проектов с широким применением ЭВМ

**3. Краткое содержание дисциплины:**

**Раздел 1. Определение инжиниринга. Виды.** Инжиниринг – это комплексная техническая, расчетно-графическая, организационно-техническая, технико-экономическая и консультативно-техническая деятельность, которая реализует выполнение разнообразной научно-исследовательской, проектно-конструкторской, расчетно-аналитической, организационно-управленческой и технико-экономической работы на всех этапах жизненного цикла (предпроектные исследования, технико-экономическое обоснование; бизнес-планирование; управление проектированием; разработка проектов; строительство и пуск в эксплуатацию; управление эксплуатацией и техническим обслуживанием) любых производственных систем, в том числе ХТС, технических и социально-экономических систем. Сложным ХТС соответствуют производства, входящие в структуру предприятий и цепей поставок (ЦП) нефтегазохимического комплекса (НГХК), теплоэнергетического и металлургического комплекса.

В настоящее время выделяют следующие основные виды инжиниринга: функционально-производственный, комплексный технический, строительный, эксплуатационный, международный и компьютеризированный.

Виды функционально-производственного инжиниринга по отраслям и сферам деятельности экономики, а также по отраслям техники:

– Системотехника (System Engineering); – Химическая техника (химический инжиниринг, химическая инженерия), или в русскоязычной научно-технической литературе – «процессы и аппараты химической технологии» (Chemical Engineering); – Инжиниринг (инженерия, техника) химико-технологических систем (Chemical Process Engineering), или в русскоязычной научно-технической литературе – «разработка химико-

технологических систем»; – Энергетическая техника (Power Engineering); – Теплотехника (Heat Engineering); – Машиностроение (Mechanical Engineering); – Логистическая техника

**Раздел 2. Компьютеризированный (автоматизированный) инжиниринг** (Computer-Aided Engineering) – мультидисциплинарные, многомасштабные (многоуровневые) и многоэтапные разработки и исследования проектов с широким применением ЭВМ, обеспечивающие автоматизированное выполнение всех видов инженерно-технических разработок по созданию технических систем и промышленных объектов на основе широкого использования средств и оборудования вычислительной техники, а также наукоемких информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), включая инструментальные комплексы технических и программных средств автоматизированного проектирования изделий (Computer-Aided Design – CAD-технологий); инструментальные комплексы компьютеризированной интегрированной логистической поддержки (Computer-Aided Logistics Support – CALS-технологий), по мере совершенствования которых существенно расширился спектр охватываемых ими функций.

**Раздел 3. Основные процедуры компьютеризированного инжиниринга.** Глобальные сетевые информационно-коммуникационные технологии и CALS-технологии (Continuous Acquisition and Lifecycle Support -непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла изделий). Понятие Единого информационного пространства (ЕИП), или Единой информационной среды (ЕИС). Стандарт ISO 10303 STEP (STandard for Exchange of Product model data). Стандарт обмена данными о модели продукта (изделия). Автоматизированные (компьютеризированные) CAE/CAD/CAM-системы: CAE (Computer Aided Engineering) – автоматизированные системы инжиниринга; CAD (Computer-Aided Design) – автоматизированные системы проектирования; CAM (Computer-Aided Manufacturing) - автоматизированные системы производства.

**Раздел 4. Сущность основных этапов жизненного цикла (ЖЦ) технических систем и производственных объектов.** При выполнении основных видов инжиниринга реализуются: предпроектные исследования, планирование бизнес-процессов, проектирование, специальные послепроектные разработки.

Предпроектные исследования – анализ рынка (маркетинг) продукции и услуг, подготовка технико-экономического обоснования проекта создания технической системы или производственного объекта (предприятия, ЦП), составление бизнес-плана, инженерные изыскания (топографическая съемка, исследование грунтов, разработка планов развития регионов, транспортной системы и другой инфраструктуры, а также консультации и надзор за проведением данных работ.

Составление бизнес-плана проекта, который представляет собой коммерческий документ, всесторонне обосновывающий целесообразность реализации проекта и оценивающий желаемые результаты этого проекта.

Составление бизнес-план организации, представляющего собой специально структурированный документ, в котором описываются все основные виды и аспекты организационно-управленческой, финансово-экономической и предпринимательской деятельности будущей организации (предприятия, компании, фирмы); с использованием методологии SWOT-анализа (Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats) анализируются сильные и слабые стороны ее деятельности, ее внутренние возможности и внешние угрозы для этой деятельности, все возможные главные проблемы и риски, с которыми может столкнуться данная организация при реализации ее миссии, и определяются основные направления и способы решения указанных проблем.

Проектирование (разработка проекта) – подготовка генплана производства или предприятия, разработка архитектурного плана, оценка стоимости проекта, расчёт расходов по созданию и эксплуатации технических систем, разработка рабочих чертежей, технических спецификаций и другой проектной документации, надзор и консультации по проведению всех видов проектных работ.

Послепроектные разработки - подготовка контрактной документации для выполнения различных инженерно-технических и организационно-управленческих работ, а также различных бизнес-процессов по строительству и пуску в эксплуатацию технической системы или производственного объекта, организация торгов при необходимости, авторский надзор за проведением строительных работ, управление строительством, проведение приёмо-сдаточных работ и производственных испытаний, составление заключительной сводной строительной и технической документации, подготовка инженерно-технического персонала и другие работы по сдаче и пуску технической системы или производственного объекта. назначением, или миссией.

#### **Раздел 5. Реинжиниринг БП (Business process reengineering – BRP)**

Инжиниринговая и организационно-управленческая деятельность по фундаментальному переосмыслению и радикальному перепроектированию логико-информационных моделей БП некоторой организации (предприятия, компании, фирмы и т.п.) для достижения максимальной результативности и эффективности производственно-хозяйственной и финансово-экономической деятельности организации в соответствии с комплексными ключевыми индикаторами производительности (Key Performance Indicators – KPI), оформленные соответствующими организационно-распорядительными и нормативными документами. Реинжиниринг БП состоит из двух основных этапов: 1. Разработка оптимальной логико-информационной модели БП (в первую очередь основного); 2. Определение наилучшего (по средствам, времени, ресурсам и т.п.) способа оптимального изменения существующих БП.

Для разработки логико-информационных моделей БП необходимо использовать методологию функционального моделирования сложных БП и технических систем [20], а также широко применять семейство стандартизированных компьютерных инструментальных средств «Компьютерно-интегрированные производства» (Integrated Computer-Aided Manufacturing – ICAM), которые включают компьютерные инструменты «интегрированного определения» (Integrated DEfinition – IDEF). Семейство IDEF, включает следующие 15 стандартов: IDEF0÷ IDEF.

#### **4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,4	16
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>60</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,7	59,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>-</b>	<b>Зачет с оценкой</b>

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0,4	12
Практические занятия (ПЗ)	0,9	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>45</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,7	44,85

Контактная самостоятельная работа		0,15
Вид контроля: зачет / экзамен	-	Зачет с оценкой

### Аннотация рабочей программы дисциплины «CALS-технологии управления жизненным циклом химической продукции» (Б1.В.ДВ.8.2)

**1. Цель дисциплины** – формирования и развитии теоретических знаний и практических навыков использования методологии жизненного и рыночного цикла наукоемкой продукции в химической технологии.

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

**овладеть следующими общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:**

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- способностью систематизировать и обобщать информацию по формированию и использованию ресурсов предприятия (ПК-12);

- способностью моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности (ПК-16);

**Знать:**

– методы и этапы проведения анализа поддержки жизненного цикла химической продукции;

– основы формирования организационно-управленческих моделей поддержки жизненного цикла химической продукции;

– методы управления проектами реализации поддержки жизненного цикла химической продукции.

**Уметь:**

– применять методы анализа жизненного цикла химической продукции;

– диагностировать причинно-следственные связи в интегрированной цепочке «наука – производство» в целях поддержки жизненного цикла наукоемкой химической продукции ;

– осуществлять анализ результатов на каждом из этапов жизненного цикла наукоемкой химической продукции;

– разработать проект реализации поддержки жизненного цикла наукоемкой химической продукции и внедрения систем менеджмента качества.

**Владеть:**

– приемами организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, маркетингового сопровождения наукоемкой продукции на всех стадиях жизненного цикла;

– методами организации, планирования и управления наукоемким химическим производством.

**3. Краткое содержание дисциплины:**

1. Сущность и особенности жизненного цикла наукоемкой продукции.

Понятие наукоемкой продукции и производства. Особенности организации и управления наукоемким производством. Основы концепции управления жизненным циклом продукции, понятие рыночного цикла. Этапы цикла «наука – производство».

Научно-технологические, организационные, экономические особенности управления жизненным циклом наукоемкой продукции.

2. Современные подходы к управлению жизненным циклом наукоемкой продукции.

Состав и структура экспорта наукоемкой продукции российского производства. Современные проблемы производства продукции высокотехнологичных отраслей промышленности. Этапы и особенности организации цикла «наука – производство» на отечественных предприятиях. Инструменты поддержки стадий жизненного цикла наукоемкой продукции. Модели управления наукоемкими предприятиями.

3. CALS-технологии поддержки жизненного цикла наукоемкой продукции и CAD\CAM\CAE-системы.

Методологии построения систем автоматизации работ жизненного цикла. CALS и 2 CALM-технологии поддержки жизненного цикла наукоемкой продукции. Классификация программных продуктов в соответствии с технологиями. САПР и особенности их разработки и реализации на российских предприятиях. Эффективность систем сквозной поддержки жизненного цикла наукоемкой продукции.

4. Реализация концепции поддержки жизненного цикла наукоемкой продукции на предприятиях.

Проектное управление созданием и реализацией наукоемкой продукции. Процессы поддержки, сервисного обслуживания и утилизации наукоемкой продукции. Варианты организации процессов поддержки жизненного цикла.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,4	16
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>60</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,7	59,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	-	<b>Зачет с оценкой</b>

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0,4	12
Практические занятия (ПЗ)	0,9	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>45</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,7	44,85
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	-	<b>Зачет с оценкой</b>



## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Логистика энергоэкономных химических производств» (Б1.В.ДВ.9.1)**

**1. Цель дисциплины** - приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков в области логистики ресурсоэнергосбережения для решения задач повышения ресурсоэнергоэффективности и экологической безопасности предприятий и цепей поставок химических, нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий (далее: химических предприятий).

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:**

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- способностью проводить стоимостную оценку основных производственных ресурсов (ПК-10);

- способностью систематизировать и обобщать информацию по формированию и использованию ресурсов предприятия (ПК-12);

- готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13);

- способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ПК-14);

**Знать:**

- основы теории и методологии логистики как науки и организационно-управленческой деятельности;

- основные понятия логистики: логистические элементы и звенья, логистическая цепь, логистическая система, логистический канал, логистическая операция, логистический процесс, логистическая функция, функциональные области логистики; концепцию интегрированной логистики

- основные логистические функции (материально-техническое снабжение, складирование, транспортирование, производство и распределение) и логистические бизнес-процессы в логистических системах ресурсоэнергосберегающих экологически безопасных химических предприятий;

- основные концепции и важнейшие направления логистики ресурсоэнергосбережения («зеленой» логистики);

- современные концепции повышения экономической эффективности, показателей ресурсоэнергосбережения и экологической безопасности химических предприятий на основе использования способов минимизации отходов;

- роль логистики ресурсоэнергосбережения как важного организационно-управленческого фактора повышения энергоэффективности, экологической безопасности и конкурентоспособности химических предприятий и их цепей поставок;

- показатели экономической эффективности ресурсоэнергосберегающих химических предприятий и цепей поставок продукции, производимой на этих предприятиях;

**Уметь:**

- анализировать и систематизировать знания в области современной теории и практики логистики как науки и предпринимательской деятельности;

- анализировать процессы в производственных и коммерческих системах с применением логистических методов;

- выявлять недостатки современной практики управления предприятиями как эколого-социально-экономическими системами, исходя из принципов «зеленой» химии и «зеленой» логистики (логистики ресурсоэнергосбережения);

- применять методы и способы логистики ресурсоэнергосбережения для разработки решений по управлению потребностями в материальных и энергетических

ресурсах предприятий, различными формами логистической координации и объединений предприятий для разработки конкурентоспособных логистических систем и цепей поставок;

- выявлять источники возникновения отходов во всех звеньях логистической цепи (включая отходы потребления) и осуществлять эффективное логистическое управление отходопотоками с целью их минимизации на основе анализа техногенного и логистического генезиса отходов и применения наилучших доступных инженерных и логистических технологий.

**Владеть:**

- пониманием роли логистики в решении проблем устойчивого развития и повышения конкурентоспособности промышленных предприятий и производимой на них продукции;

- навыками самостоятельного приобретения новых знаний в области теории логистики и методологии логистического управления;

- современными логистическими стратегиями организации и управления предпринимательской деятельностью для разработки оптимальных логистических решений по управлению потребностями в материальных и энергетических ресурсах предприятий, различными формами логистической координации и объединений предприятий для разработки конкурентоспособных логистических систем и цепей поставок;

- современными методами логистического управления оптимизацией всех видов логистических потоков: материальных (включая отходопотоки производства, распределения и потребления химической продукции), информационных и денежных;

- современными методами оценки качества движения и использования ограниченных ресурсов предприятия на основе принципов логистики ресурсоэнергосбережения;

- комплексной методологией разработки ресурсоэнергосберегающих экологически безопасных технологий переработки промышленных отходов на основе принципов «зеленой» логистики.

**3. Краткое содержание дисциплины.**

**Модуль 1. Сущность и методы логистики как науки и вида комплексной предпринимательской деятельности.**

Основные понятия и методы логистики как науки и вида комплексной организационно-управленческой деятельности по планированию, реализации, координации, контролю и управлению движением материальных, финансовых и информационных потоков на всех операциях материально-технического снабжения, производства, хранения, транспортирования и распределения высококачественной наукоемкой продукции, поставляемой в требуемое место, в требуемое время, требуемому покупателю с оптимальными общими затратами. Критерий уровня обслуживания конечного потребителя 7 «Т» (7 «Rights»). Роль факторов времени и места. Концепция интегрированной логистики.

Объекты, предметы, средства и методы логистики как науки. Предмет и объекты исследования промышленной логистики. Особенности *химических, нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий (далее: химических предприятий)* как специального класса объектов промышленной логистики.

Понятия «логистическая цепь, или цепь поставок», и «логистическая система». Звенья логистической цепи. Характеристика основных видов деятельности и должностных обязанностей специалиста логиста. Основные виды логистической деятельности (логистические функции). Общие сведения о методах логистического управления материально-техническим снабжением; основные функции логистики производства, складской и транспортной логистики, логистики распределения. Основные

функции информационной логистики; информационно-вычислительные системы планирования и управления логистической деятельностью (ИВС-ПУ-ЛД). Методы логистического управления запасами, управления заказами. Управление затратами, структура и методики анализа логистических затрат и затрат-потерь.

Организационно-функциональная структура (ОФС) цепей поставок химических предприятий. Понятие логистической инфраструктуры. Принципы процессно-структурного проектирования ОФС ресурсоэнергосберегающих экологически безопасных, или «зеленых», логистических систем и «зеленых» цепей поставок химических предприятий. Типовые организационно-функциональные структуры служб логистики и логистических систем и цепей поставок.

Экономические компромиссы в логистической деятельности как методология поиска оптимальных логистических решений в цепях поставок. Классификация и структура логистических затрат. Оценка эффективности цепей поставок: качественные и количественные показатели.

## **Модуль 2. Основные логистические стратегии (стандарты) организации и управления предпринимательской деятельностью.**

Краткая характеристика и назначение основных микрологистических концепций и стратегий (стандартов) организации и управления предпринимательской деятельностью: концепция «точно в срок» («Just-in-time» - «JIT»); «тянущие» логистические системы («Pull Systems»), «Канбан», обобщенная концепция планирования потребностей/ресурсов («Requirements/Resource Planning» — «RP») «толкающие» логистические системы («Push Systems»), планирование потребностей в материалах (Material Requirements Planning - MRP-I), планирование производственных ресурсов (Manufacturing Resource Planning - MRP-II), Оптимизационная производственная технология (Optimised production technology, OPT) – «Израильский Канбан»; планирование ресурсов предприятия (Enterprise Resource Planning - ERP); исполнительные производственные системы (Manufacturing Execution System – MES); планирование потребностей распределения (Distribution Requirements Planning – DRP). Система японского менеджмента «Кайдзен» (постоянные улучшения). Суть стратегии «Бережливого производства»; понятия *mura*, *muri*, *muda* (процессы-потери). «Стройное» производство (Lean production - LP); стратегия «Шесть сигм». Стратегия организации и управления цепями поставок SCM (Supply Chain Management).

Управления цепями поставок химической продукции на предприятии-потребителе на основе стратегии «долевого разделения прибыли» (концепции «WIN-WIN» «Моя прибыль — Твоя прибыль»). Проект ЮНИДО (ООН по промышленному развитию) «Химический лизинг». Химический лизинг как инструмент повышения ресурсоэнергосбережения и экоэффективности цепей поставок химических предприятий.

## **Модуль 3. Ресурсоэнергоэффективность и экологическая эффективность (экоэффективность) производств и цепей поставок химических предприятий.**

Производства химических предприятий как сложные химико-технологические и химико-энерготехнологические системы (ХТС и ХЭТС). Технологическая, экономическая, социальная эффективность производства и их количественные оценки. Понятия «ресурсосбережение», «энергосбережение», «ресурсоемкость», «энергоемкость», «ресурсоэнергоэффективность», «экоэффективность». Основные физико-химические, инженерно-технологические и организационно-управленческие способы ресурсоэнергосбережения на производствах химических предприятий.

Понятие анализа и синтеза ресурсоэнергосберегающих высоконадежных экологически безопасных ХТС, ХЭТС и цепей поставок химических предприятий. Методология структурного анализа и проектирования SADT– (Structured Analysis &

Design Technique (IDEFO-методология). Разработка логико-информационных моделей логистических бизнес-процессов, разработанных на основе IDEFO-методологии. Повышение конкурентоспособности проектируемых и реконструируемых предприятий на основе совместного синтеза ресурсоэнергоэффективных экологически безопасных ХТС производства и цепей поставок химической продукции с использованием современных методов анализа и синтеза ХТС, принципов «зеленой» химии и «зеленой» логистики (логистики ресурсоэнергосбережения) и методов процессно-структурного проектирования ОФС цепей поставок.

Интеграция инженерно-технологического и логистического подходов к решению задач повышения ресурсоэнергоэффективности и экоэффективности производств и ЦП химических предприятий. Инжиниринг и реинжиниринг производств, являющихся сложными ХТС и ХЭТС, и цепей поставок химических, нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий.

#### **Модуль 4. Сущность и важнейшие направления логистики ресурсоэнергосбережения («зеленой» логистики).**

Логистика ресурсоэнергосбережения – важнейший организационно-управленческий фактор повышения энергоресурсоэффективности, экономической эффективности, экологической безопасности и конкурентоспособности предприятий и цепей поставок химических предприятий. Основные понятия, концепции и методы логистики ресурсоэнергосбережения («зеленой» логистики). Принципы «зеленой» химии, «зеленой» логистики и «зеленой» техники. Понятие энергоресурсосберегающих экологически безопасных, или «зеленых», цепей поставок. Стратегия «нулевых отходов» («Zero Waste») в «зеленых» цепях поставок (ЦП). Прямые ЦП, обеспечивающие движение и преобразование прямого материалопотока («сырье» — «готовый конечный продукт»), и «обратные» ЦП, обеспечивающие движение и преобразование обратного отходопотока за счёт операций повторного использования, повторного производства и повторного цикла переработки отходов. Логистические системы и цепи поставок энергоресурсосберегающих производств и химических предприятий. Важнейшие направления логистики ресурсоэнергосбережения. «CALS»-технологии управления всеми этапами жизненного цикла (ЖЦ) инновационных продуктов и технологических установок (Continuous Acquisition and Life-cycle Support – непрерывная интегрированная информационная логистическая поддержка всего ЖЦ химической продукции).

#### **Модуль 5. Логистика как современный интегрированный инструмент управления отходопотоками и организации технологий переработки отходов.**

Технологический и логистический генезис отходов промышленного производства, распределения и потребления готовой продукции химических предприятий. Возвращение отходопотоков в производственный цикл в качестве техногенного сырья (рециклинг отходов). Разработка ресурсоэнергосберегающих технологий переработки отходов с использованием принципов «зеленой» логистики. Оптимизация логистического управления минимизацией отходов в источниках их возникновения на всех этапах жизненного цикла химической продукции, включая отходы потребления при выполнении законодательных и административных требований по защите окружающей природной среды.

Принципиальные отличия технологических процессов и бизнес-процессов переработки и обращения с отходами от процессов производства и использования товарных материалопотоков. CALS-технологии как наиболее перспективный современный компьютерно-информационный инструмент управления отходопотоками в ЦП.

Три взаимосвязанных уровня комплексной методологии разработки ресурсоэнергосберегающих экологически безопасных технологий переработки промышленных отходов на основе принципов «зеленой» логистики: 1) информационно-аналитический и физико-химический уровень (изучение генезиса и характеристик отходов); 2) химико-технологический уровень (разработка физико-химических и инженерно-технологических способов переработки отходов; 3) логистический уровень (планирование, организация и управление переработкой, использованием и движением промышленных отходов в замкнутых «зеленых» ЦП предприятия-источника отходов).

#### 4. Объем учебной дисциплины

	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4,0</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>
Лекции (Лек)	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		79.8
Контактная самостоятельная работа		0.2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>

	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4,0</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		<b>59.85</b>
Контактная самостоятельная работа		<b>0.15</b>
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Управление запасами в цепях поставок энергоресурсосберегающих химических предприятий» (Б1.В.ДВ.9.2)

**1. Цель дисциплины** - сформировать у студентов системные теоретические знания и обеспечить обладание профессиональными компетенциями при управлении запасами товарно-материальных ресурсов в области коммерческой деятельности, логистики энергоресурсосберегающих химических производств, материально-технического снабжения и сбыта товарно-материальных запасов.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:**

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- способностью проводить стоимостную оценку основных производственных ресурсов (ПК-10);
- способностью систематизировать и обобщать информацию по формированию и использованию ресурсов предприятия (ПК-12);

- готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13);
- способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ПК-14);

**Знать:**

- сущность и виды запасов по их размещению в цепи поставок;
- классические модели теории управления запасами и основанные на них системы управления запасами;
- правила учета запасов;
- ответственность за управление запасами в организационно-функциональной структуре компании;
- ключевые показатели деятельности по управлению запасами;

**Уметь:**

- проводить исследование профиля запасов предприятия с использованием методов ABC/XYZ-классификации;
- рассчитывать величину нормативов запаса;
- проектировать оптимальные системы управления запасами;

**Владеть:**

- средствами имитационного моделирования для исследования систем управления запасами

**3. Краткое содержание дисциплины.**

1. Введение. Виды и функции запасов в цепях поставок. Затраты и риски при управлении запасами. Цели управления запасами. Ключевые показатели эффективности управления запасами. Классификация видов запасов.

Модуль 1. Основы теории управления запасами.

1.1. Моделирование систем управления запасами.

Математическое моделирование систем управления запасами. Классическая математическая модель оптимального размера заказа Уилсона-Харриса. Модификации модели оптимального размера заказа.

1.2. Стратегии управления запасами. Страховой запас.

Базовые стратегии управления запасами: с постоянным размером заказа и с постоянной периодичностью. Модификации базовых стратегий управления запасами. Страховой запас и обеспечение надежности обслуживания. Расчет страхового запаса. Однопериодная модель. Уровень запасов, надежность функционирования логистической системы и показатели уровня обслуживания. Функциональный цикл логистики и управление запасами.

Модуль 2. Моделирование и инструментальные средства систем управления запасами.

2.1. Имитационное моделирование и инструментальные средства систем управления запасами.

Основы дискретно-событийного имитационного моделирования. Инструментальный комплекс программ Rockwell Arena. Планирование имитационного эксперимента и применение оптимизатора OptQuest.

2.2. Методы и инструментальные средства управления запасами в цепях поставок.

Ключевые области принятия решений по операционной стратегии промышленных производств и предприятий. Понятие интегрированного планирования промышленных производств. Методология планирования APICS. Планирование продаж и производственно-технологических операций. Прогнозирование и планирование спроса. Планирование ресурсов предприятия. Планирование потребности в материалах на предприятии. Планирование каналов и сети распределения продукции.

Применение методов математического программирования в планировании цепи поставок. Компьютерные инструменты планирования цепи поставок.

Модуль 3. Планирование оптимальных организационно-функциональных структур и управление цепями поставок с учетом воздействия на окружающую среду.

3.1. Оценки воздействия на окружающую природную среду (ОПС) производства, логистических операций.

Методы компьютерной оценки воздействия на ОПС цепи поставок. Стратегическое планирование цепей поставок с учетом экологических ограничений: выбросы парниковых газов и оценка жизненного цикла.

#### 4. Объем учебной дисциплины

	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4,0</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>
Лекции (Лек)	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		79.8
Контактная самостоятельная работа		0.2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>

	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4,0</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		<b>59.85</b>
Контактная самостоятельная работа		<b>0.15</b>
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Информационные системы логистического управления ресурсами предприятий» (Б1.В.ДВ.10.1)

**1. Цель дисциплины** - формирование компетенций в области применения информационных технологий и систем математического моделирования, алгоритмов и программных инструментов для решения задач оптимизации при проектировании цепей поставок предприятий НГХК.

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

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- способностью анализировать технологический процесс как объект управления (ПК - 9);

- способностью систематизировать и обобщать информацию по формированию и использованию ресурсов предприятия (ПК-12);

**Знать:**

- основные классы информационных систем, применяемых для управления логистической деятельностью предприятий;
- основные классы задач, решаемых при помощи аналитических информационных систем;
- принципы организации данных в соответствии с реляционной моделью и методы информационного моделирования

**Уметь:**

- формализовать требования на разработку информационной системы (прикладного аналитического решения)
- документировать требования к данным с помощью диаграмм сущность-связь
- использовать язык SQL и системы визуализации для извлечения и анализа данных;
- использовать аналитические платформы Deductor и Tableau для разработки прикладных аналитических решений;
- работать с научно-технической литературой в области применения информационных технологий и систем для управления логистической деятельностью предприятий.

**Владеть:**

- навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами в области прикладного использования информационных систем для управления предприятием;
- навыками применения инструментальных средств обработки и анализа данных;
- навыками принятия решения на основе анализа данных.

**3. Краткое содержание дисциплины:**

Организационно-функциональная структура цепи поставок. Информационные потоки в цепи поставок. Задачи управления цепью поставок на разных уровнях.

Эволюция информационных систем управления цепью поставок. Основные классы информационных систем для управления логистической деятельностью предприятия.

Роль систем управления базами данных в архитектуре информационных систем. Основы реляционной модели данных. Методы информационного моделирования. Основы языка запросов SQL.

Отличия транзакционных и аналитических систем. Области применения аналитических информационных систем. Архитектура аналитической информационной системы.

Аналитические платформы. Аналитическая платформа Tableau. Аналитическая платформа Deductor. Задача визуализации данных. Разработка информационных панелей для управления деятельностью предприятия. Задача трансформации данных. Консолидация данных.

**4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,8</b>	<b>64</b>
Лекции (Лек)	0,9	32
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,2</b>	<b>44</b>
<b>Вид итогового контроля: экзамен</b>		<b>36</b>
Подготовка к экзамену	<b>1,0</b>	<b>35.6</b>
Контактная аттестация		<b>0.4</b>



Вид учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,8</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,9	24
Практические занятия (ПЗ)	0,9	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,2</b>	<b>33</b>
<b>Вид итогового контроля: экзамен</b>		<b>27</b>
Подготовка к экзамену	<b>1,0</b>	<b>26.7</b>
Контактная аттестация		<b>0.3</b>

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Логистические системы энергоресурсосберегающих химических предприятий» (Б1.В.ДВ.10.2)**

**1. Цель дисциплины** - научить студентов принципам и методам разработки комплексных организационно-управленческих решений на ресурсосберегающих предприятиях (в производственно-хозяйственных организациях - ПХО) химической промышленности по планированию, реализации, координации, контролю и управлению движением материальных, финансовых и информационных потоков на всех операциях материально-технического снабжения, производства, хранения, транспортирования и распределения высококачественной химической продукции с минимальными общими издержками при оптимальном удовлетворении спроса покупателей в точные сроки.

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

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- способностью анализировать технологический процесс как объект управления (ПК - 9);
- способностью систематизировать и обобщать информацию по формированию и использованию ресурсов предприятия (ПК-12);

**Знать:**

- принципы планирования, проектирования и анализа логистических систем предприятий (ПХО) химической и смежных с ней отраслей промышленности;
- особенности предприятий химических отраслей промышленности как объектов промышленной логистики специального класса;
- важнейшие направления логистики ресурсосбережения предприятий химической промышленности;

**Уметь:**

- применять основные методы и стратегии управления логистическими системами (ЛС) ресурсосберегающих химических предприятий РХП;

**Владеть:**

- основными методами и стратегиями управления логистическими системами (ЛС) ресурсосберегающих химических предприятий (РХП);
- принципами построения организационно-функциональных структур (ОФС) ПХО и ОФС логистики ПХО химических предприятий;
- принципами организации и управления однозаводскими и многозаводскими логистическими системами РХП.

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

1. Введение.

Роль логистических систем в повышении экономической эффективности ресурсосберегающих предприятий химической промышленности. Экономическое и организационно-управленческое значение логистических систем ресурсосберегающих химических предприятий.

2. Понятие, основные характеристики и основные элементы, или компоненты, логистических систем ресурсосберегающих химических предприятий.

3. Общая характеристика предприятий химической и смежных с ней отраслей промышленности как сложных ХТС и как специальных объектов исследования логистики.

4. Понятие логистики ресурсосбережения предприятий химической и смежных с ней отраслей промышленности.

Понятие ресурсосбережения и логистики ресурсосбережения. Основные способы ресурсосбережения в химической и нефтеперерабатывающей промышленности. Показатели ресурсосбережения в логистических системах. Важнейшие направления логистики ресурсосбережения.

5. Структура логистических систем ресурсосберегающих предприятий ХП.

6. Принципы управления в логистических системах РХП.

8. Принципы организации и управления многозаводскими логистическими системами в РХП.

Типы задач организации и управления многозаводскими логистическими системами. Содержательная постановка задач организации и управления. Примеры типовых многозаводских логистических систем РХП. Задачи логистического управления при независимом или частично перекрывающемся ассортименте химической продукции. Основные варианты задач организации и управления.

9. Логистическое управление экономической эффективностью РХП с периодическими химико-технологическими системами.

Основные задачи автоматизированного управления предприятиями с периодическими химико-технологическими системами (ХТС).

10. Управление денежными потоками логистических систем РХП.

Анализ движения и преобразования денежных потоков РХП. Задачи логистического управления денежными потоками РХП. Автоматизированная процедура планирования денежных потоков РХП.

11. Логистическое управление минимизацией отходов на всех этапах жизненного цикла химической продукции.

Анализ жизненного цикла химической продукции. Источники отходов на РХП. Современные концепции повышения экономической эффективности, показателей ресурсосбережения и экологической безопасности РХП на основе использования способов минимизации отходов.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,8</b>	<b>64</b>
Лекции (Лек)	0,9	32
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,2</b>	<b>44</b>
<b>Вид итогового контроля: экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>
Подготовка к экзамену		<b>35.6</b>
Контактная аттестация		<b>0.4</b>

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
--------------------	---------------------	-----------------

<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,8</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,9	24
Практические занятия (ПЗ)	0,9	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,2</b>	<b>33</b>
<b>Вид итогового контроля: экзамен</b>		<b>27</b>
Подготовка к экзамену	<b>1,0</b>	<b>26.7</b>
Контактная аттестация		<b>0.3</b>

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Наилучшие доступные энергоресурсосберегающие технологии» (Б1.В.ДВ.11.1)**

**1. Цель дисциплины** – приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков в наилучших доступных энергоресурсосберегающих технологий с целью решения задач повышения ресурсоэнергетической эффективности и экологической безопасности предприятий нефтегазохимического комплекса (НГХК).

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

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- способностью анализировать технологический процесс как объект управления (ПК - 9);

- готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13);

**Знать:**

– определение наилучших доступных технологий, классификацию действующих вертикальных и горизонтальных справочных документов по наилучшим доступным технологиям;

– содержание Справочного документа по наилучшим доступным технологиям обеспечения энергоэффективности, Справочника по НДТ «Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот», Справочника по НДТ «Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях;

– методы обеспечения эффективности на уровне установки в целом.

**Уметь:**

– применять рекомендации справочного документа по обеспечению энергоэффективности применимы к любым установкам, подпадающим под действие Директивы КПКЗ (комплексное предотвращение и контроль загрязнений) (а также систем и производственных единиц, входящих в их состав). Кроме того, рекомендации настоящего документа могут быть полезны для операторов и предприятий, не подпадающих под действие Директивы КПКЗ.;

– использовать горизонтальные Справочные документы в сочетании с вертикальными (отраслевыми) Справочными документами;

– выявлять и анализировать факторы воздействия энергопотребления на окружающую среду и экономику предприятий НГХК;

– планировать и проводить аудит по обеспечению показателей НДТ на действующих производствах НГХК.

**Владеть:**

– методологией использования значимых нормативно-правовых положений Директивы КПКЗ;

– информацией по воздействию энергопотребления на окружающую среду и экономику;

- методологией выбора технологии производственных процессов на основе наилучших доступных технологий.

### 3. Краткое содержание дисциплины:

Методы обеспечения эффективности на уровне установки в целом. Системы менеджмента энергоэффективности (СМЭЭ), методы, которые могут использоваться для поддержания функционирования СМЭЭ: комплексный подход к планированию деятельности и инвестиций с целью постоянного снижения воздействия установки на окружающую среду, анализ установки и ее систем как единого целого, использование энергоэффективных проектных и конструкционных решений наряду с выбором энергоэффективных процессов и технологий при строительстве новых и модернизации существующих установок, повышение ЭЭ за счет увеличения степени интеграции процессов, а также периодический анализ и модификация СМЭЭ.

Другие методы, обеспечивающие функционирование СМЭЭ: поддержание надлежащей квалификации персонала; информирование по вопросам ЭЭ; эффективный контроль производственных процессов и поддержание их в надлежащем состоянии; мониторинг и измерения энергопотребления; энергоаудит; ряд аналитических методов, включая пинч-анализ, анализ эксергии и энтальпии, а также термоэкономику; мониторинг и сравнительный анализ уровней энергоэффективности для установок и производственных процессов.

Значимые нормативно-правовые положения Директивы КПКЗ и определение НДТ,

Эффективное использование энергии и устранение непосредственной связи между энергопотреблением и экономическим ростом. Энергия как один из видов ресурсов, требующих ее эффективного использования вне зависимости от источника энергии.

Эффективность использования энергии из любых источников для производства продукции и услуг в пределах установки.

Деятельность, направленная на повышение физической эффективности использования энергии. Снижение затрат на энергию, сокращение физических объемов потребляемой энергии приводит и к сокращению затрат.

Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот, очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях в контексте принятых Справочников по НДТ.

### 4. Объем учебной дисциплины

	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4,0</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>
Лекции (Лек)	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		79.8
Контактная самостоятельная работа		0.2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>

	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4,0</b>	<b>108</b>

<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		<b>59.85</b>
Контактная самостоятельная работа		<b>0.15</b>
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Энергоресурсоэффективные нефтеперерабатывающие производства» (Б1.В.ДВ.11.2)**

1. Цель дисциплины – ознакомить студентов с основными принципами и методами оценки энергоресурсоэффективности нефтеперерабатывающих производств, а также с практическими способами повышения энергоресурсоэффективности нефтеперерабатывающих производств.

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

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- способностью анализировать технологический процесс как объект управления (ПК - 9);

- готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13);

**Знать:**

- классификацию и общую характеристику основных видов природных и минеральных ресурсов, используемых на нефтеперерабатывающих заводах;

- концепции, принципы и научные основы повышения энергоэффективности систем энергообеспечения;

- сущность способов обеспечения энергоресурсосбережения в химических технологиях и химико-технологических системах: инженерно-технологических и физико-химических способов наилучшего использования движущей силы химико-технологических процессов (ХТП), наиболее полной переработки сырья, наилучшего использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), наилучшего функционально-структурного использования аппаратов и машин химической технологии;

- сущность организационно-технических методов и приемов энергоресурсосбережения;

- сущность методов логистики ресурсосбережения как организационно-управленческого фактора обеспечения энергоресурсосбережения на производствах и предприятиях и в цепях поставок высококачественной химической продукции;

- понятия малоотходных, безотходных и ресурсоэнергосберегающих химико-технологических систем;

- общую характеристику способов обеспечения и повышения надежности химических производств;

**Уметь:**

- применять теоретические основы энергоресурсосберегающих химических технологий для разработки и управления эксплуатацией новых энергоресурсоэффективных экологически безопасных химико-технологических систем;

- выбирать экономически эффективные способы, методы и приемы обеспечения энергоресурсосбережения в химических технологиях для реконструкции и модернизации действующих производств и предприятий нефтегазохимического комплекса;

### **Владеть:**

- методологией системного анализа основных способов, методов и приемов обеспечения энергоресурсоэффективности нефтеперерабатывающих производств;
- способами, методами и приемами комплексной переработки природного сырья, энергоресурсоэффективного комбинирования различных химико-технологических процессов и производств, минимизации отходов, предотвращения потерь и снижения выбросов на производствах и предприятиях нефтегазохимического комплекса.

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

1. Введение. Основные понятия и определения технологий нефтепереработки.

2. Материальные ресурсы промышленности и окружающая среда.

Классификация и использование природных ресурсов в экономике. Характеристика эффективности и перспективы использования различных видов топливно-энергетических ресурсов. Ресурсоэнергосбережение – важнейший организационно-экономический фактор устойчивого развития. Воздействие на окружающую среду промышленных производств.

3. Методология обеспечения энергоресурсосбережения в нефтегазохимическом комплексе.

Понятия ресурсоэнергоэффективности и экологической эффективности. Основные способы ресурсоэнергосбережения на производствах нефтегазохимического комплекса. Краткая характеристика способов минимизации отходов систем энергообеспечения. Краткая характеристика технологических способов очистки выбросов от сжигания топлива и водных стоков. Логистика ресурсоэнергосбережения - важнейший организационно- управленческий фактор конкурентоспособности нефтегазохимического комплекса.

4. Основные направления и способы повышения энергоресурсоэффективности технологий нефтепереработки.

Оптимизация качества моторных топлив и структура нефтеперерабатывающих заводов. Методы термодинамического и экономического анализа эффективности нефтеперерабатывающих и нефтехимических процессов. Организационно-структурные и технологические способы повышения ресурсоэнергоэффективности нефтеперерабатывающих заводов. Комбинирование технологических процессов и установок нефтепереработки. Основные способы энергосбережения на нефтеперерабатывающих заводах. Способы рационального использования вторичных энергоресурсов на промышленных предприятиях.

5. Показатели энергоресурсоэффективности систем энергообеспечения и источники отходов европейских нефтеперерабатывающих заводов.

Общая характеристика топливно-энергетических ресурсов и источников отходов европейских нефтеперерабатывающих заводов.

Топливо-энергетические ресурсы оборудования и установки систем энергообеспечения. Виды генерируемых энергоносителей и методы управления энергоресурсами. Методические основы управления отходами нефтеперерабатывающих заводов. Источники газовых выбросов, сточных вод и твердых отходов.

6. Объемы потребления материальных ресурсов и источники выбросов на нефтеперерабатывающих заводах.

Общий материальный баланс и результаты экологического аудита нефтеперерабатывающих заводов. Источники выбросов диоксида углерода и оксидов азота. Источники и объемы выбросов твердых частиц. Источники и объемы выбросов оксидов серы. Источники и объемы выбросов летучих органических соединений. Прочие воздействия на окружающую среду.

7. Энергоэффективность, источники и объемы отходов систем энергообеспечения европейских нефтеперерабатывающих заводов.

Показатели энергоэффективности и мощность систем энергообеспечения. Газовые выбросы систем энергообеспечения. Выбросы твердых частиц, сточные воды и твердые отходы.

8. Наилучшие доступные методы повышения энергоресурсоэффективности систем энергообеспечения нефтеперерабатывающих заводов.

Классификация методов повышения ресурсоэнергоэффективности систем энергообеспечения. Использование экологически чистых видов топлива. Методы повышения эффективности энергогенерирующего оборудования.

Экологически эффективные установки комбинированного производства энергии.

9. Интегрированное экономико-организационно-экологическое управление нефтеперерабатывающими заводами.

Методы, средства и инструменты управления охраной окружающей природной среды. Рациональная организация заводского хозяйства, обучение персонала и управление промышленной безопасностью. Управление водопотреблением. Методические основы разработки интегрированных систем экономико-организационно-экологического управления нефтеперерабатывающими заводами.

#### 4. Объем учебной дисциплины

	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4,0</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>
Лекции (Лек)	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		79.8
Контактная самостоятельная работа		0.2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>

	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4,0</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		<b>59.85</b>
Контактная самостоятельная работа		<b>0.15</b>
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Энергоэффективность и энергетический аудит химико-технологических систем» (Б1.В.ДВ.12.1)

1. **Цель дисциплины** - оценивать эффективность использования топливно-энергетических ресурсов; разрабатывать эффективные меры для снижения затрат предприятия; ознакомиться с методологией проведения энергоаудита.

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

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- способностью анализировать технологический процесс как объект управления (ПК - 9);

- способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ПК-14);

**Знать:**

- основные понятия и определения в области повышения энергетической эффективности;

- показатели энергоэффективности химико-технологических систем (ХТС);

- понятие безопасности и энергетической безопасности;

- методику энтальпийного и эксергетического анализа энергетической эффективности химико-технологических систем;

- общую характеристику современных источников энергии;

- основные направления и способы повышения энергоэффективности технологий нефтепереработки;

- основные способы повышения энергоэффективности НПЗ.

**Уметь:**

- ориентироваться в законодательстве и нормативных документах; федеральных целевых программах, стратегических программах развития, технологических платформах, планах фундаментальных научных исследований РАН;

- организовывать энергетический аудит химических производств и предприятий;

- разрабатывать энергосберегающие мероприятия по повышению эффективности использования и экономии ТЭР;

**Владеть:**

- знаниями в юридических, технических и политических аспектах обеспечения энергобезопасности.

**3 Краткое содержание дисциплины.**

**Введение.** Основные понятия и определения в области повышения энергетической эффективности: топливно-энергетические ресурсы, энергетический ресурс, вторичный энергетический ресурс, энергетическая эффективность, класс энергетической эффективности, энергетическое обследование (энергетический аудит), энергосервисный договор (контракт), регулируемые виды деятельности. Показатели энергоэффективности химико-технологических систем (ХТС).

**Модуль 1. Энергетическая эффективность, современные источники энергии**

**1.1. Повышение энергетической эффективности и обеспечение энергетической безопасности промышленности.**

Важнейшие составляющие устойчивого развития: экономический рост, социальное процветание, экономическое благополучие и энергетическая безопасность. Понятие безопасности и энергетической безопасности. Энергетическая безопасность как важная составляющая национальной безопасности России. Энергосбережение – один из главных факторов обеспечения энергетической безопасности государства. Общая характеристика основных правовых, нормативных и научно-организационных инструментов успешного решения проблем повышения энергетической эффективности в промышленности и энергоресурсосберегающих экологически безопасных химических технологий: законодательство и нормативные документы; федеральные целевые программы, стратегические программы развития, технологические платформы, планы фундаментальных научных исследований РАН.



## **1.2. Методика энтальпийного и эксергетического анализа энергетической эффективности химико-технологических систем.**

Эксергетический баланс ХТС. Методика составления эксергетического баланса сложных ХТС. Потери эксергии в основных процессах и аппаратах химической технологии (теплообменники, колонны ректификации, колонны абсорбции, сушильные установки). Сущность эксергетического метода термодинамического анализа энергетической эффективности ХТС. Понятия результативности и эффективности ХТС. Показатели экономической эффективности и экологической эффективности («эко-эко-эффективность») ХТС.

### **1.3. Общая характеристика современных источников энергии.**

Масштабы и структура энергопотребления Российской Федерации. Теплоэнергетика, теплоэлектростанции, теплоэнергоцентрали. Углеводные ресурсы (нефть, нефтепродукты, природный и попутный газы) как источники энергоносителей. Уголь, торф и древесина как источники энергоносителей. Геотермальная энергетика. Гидроэнергетика. Приливная энергетика. Ядерная энергетика. Технические характеристики ядерных реакторов (ВВЭР, РБМК, БН и ЭГП). Характеристика атомных электростанций России. Термоядерная энергетика. Водородная энергетика. Солнечная энергетика. Ветровая энергетика. Возобновляемые биоресурсы как источник энергоносителей. Биоэнергетика. Процессы и технологии переработки биомассы (термохимические процессы: прямое сжигание, газификация, пиролиз, сжижение, гидролиз; биологические процессы: анаэробная ферментация, этанольная ферментация, ацетобутанольная ферментация). Прогноз вклада возобновляемых источников энергоносителей в мировой энергетический баланс.

### **1.4. Основные направления и способы повышения энергоэффективности технологий нефтепереработки.**

Оптимизация качества моторных топлив и структура нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ). Методы термодинамического и экономического анализа эффективности НПЗ и нефтехимических заводов. Организационно-структурные и технологические способы повышения энергоэффективности НПЗ. Комбинирование технологических процессов и установок на НПЗ.

#### **Модуль 2. Способы повышения энергоэффективности. Энергетический аудит.**

### **2.1. Системы энергообеспечения и способы повышения энергоэффективности на нефтеперерабатывающих предприятиях.**

Топливо-энергетические ресурсы, оборудование и установки систем энергообеспечения НПЗ. Виды генерируемых энергоносителей и методы управления энергоресурсами НПЗ.

Основные способы повышения энергоэффективности НПЗ. Способы рационального использования вторичных энергоресурсов на НПЗ.

### **2.2. Современные наилучшие практические энергоресурсоэффективные методы энергообеспечения нефтеперерабатывающих предприятий.**

Общая характеристика эталонных (нормативных) документов Европейского Союза по наилучшим доступным методам обеспечения энергетической эффективности промышленных производств.

Современные методы повышения энергоресурсоэффективности систем энергообеспечения. Классификация методов повышения энергоэффективности систем энергообеспечения и управления энергообеспечением НПЗ. Использование экологически чистых видов топлива. Методы повышения эффективности энергогенерирующего оборудования. Экологически эффективные установки комбинированного производства энергии.

### **2.3. Методика организации энергетического аудита химических производств и предприятий. Общие положения энергетического аудита промышленных предприятий.**

Системный анализ структуры, объемов и режимов потребления ТЭР и выработки ВЭР. Характеристики подсистем теплоснабжения и энергетического комплекса. Документальный анализ проектных и эксплуатационных показателей энергоэффективности энергетического и теплотехнологического оборудования.

Инструментальный анализ эффективности использования ТЭР. Топливо-энергетический баланс. Разработка энергосберегающих мероприятий по повышению эффективности использования и экономии ТЭР.

#### 2.4. Методика нормирования энергопотребления на предприятиях.

Общая характеристика методики нормирования энергопотребления. Проектные, нормативные и фактические показатели энергопотребления технологическими установками. Нормализованный энерго-технологический баланс. Потенциал эффективности энергопотребления и технико-экономическое обоснование его практической реализации. Информационно-аналитическая модель системного анализа и нормирования в энергетическом комплексе предприятия.

#### 2.5. Современные проблемы обеспечения глобальной энергетической безопасности.

Понятие энергетической безопасности как комплексной совокупности политической энергобезопасности, экономической энергобезопасности и техногенной энергобезопасности. Сущность проблемы энергобезопасности. Юридический, технический и политический аспекты обеспечения энергобезопасность. Энергобезопасность Евросоюза и национальные интересы России. Стратегические направления повышения энергобезопасности: энергоресурсоэффективное экологически безопасное использование энергии; ускоренные рост предложений коммерческих эффективных энергоресурсов и увеличение инвестиций в энергосбережение; использование разнообразных видов энергоносителей (расширение использования природного газа; развитие экологически безопасных технологий использования угля; ускоренное развитие атомной энергетики и возобновляемых (альтернативных) источников энергии; замещение нефтяных моторных топлив на транспорте; замена традиционных видов топлив на современные виды энергоносителей: газ и уголь на синтетическое жидкое топливо, атомной энергии на водород и др.); создание инфраструктуры глобального рынка топливно-энергетических ресурсов; децентрализация энергоснабжения.

### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,4	16
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>60</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,7	59,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	-	<b>Зачет с оценкой</b>

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>

<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0,4	12
Практические занятия (ПЗ)	0,9	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>45</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,7	44,85
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>-</b>	<b>Зачет с оценкой</b>

**Аннотация рабочей программы дисциплины «Контроллинг энергоресурсосбережения в цепях поставок» (Б1.В.ДВ.12.2)**

**1. Цель дисциплины** - формирование теоретических знаний и практических навыков в области оценки и повышения эффективности управления цепями поставок путем применения современных методов контроллинга логистических систем.

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

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- способностью анализировать технологический процесс как объект управления (ПК - 9);

– способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ПК-14);

**Знать:**

- основные принципы и методологию управления логистическими системами;
- типы логистических стратегий;
- связь корпоративной и логистической стратегий;
- организацию службы логистики на предприятии;
- сравнительную характеристику основных типов организационных структур служб логистики;
- методы и примеры расчета основных ключевых показателей производительности служб логистики;
- задачи контроллинга логистической деятельности;
- основные отчетные формы оценки результатов логистической деятельности компании.

**Уметь:**

- осуществлять выбор логистической стратегии фирмы;
- проводить оценку влияния логистики на эффективность бизнеса компании;
- разрабатывать стратегический план логистики;
- разрабатывать систему сбалансированных показателей и KPI по логистике организации;
- применять типовые программы и методики проведения логистического аудита;
- проводить анализ эффективности логистической деятельности по подразделениям службы логистики на основе проведения обследования.

**Владеть:**

- способностью оценивать воздействие макроэкономической среды на функционирование организаций и органов государственного и муниципального управления;

-умением проводить аудит человеческих ресурсов и осуществлять диагностику организационной культуры

- навыками составления финансовой отчетности и осознание влияния различных методов и способов финансового учета на финансовые результаты деятельности организации;

- способностью анализировать финансовую отчетность и принимать обоснованные инвестиционные, кредитные и финансовые решения;

- способностью оценивать эффективность использования различных систем учета и распределения затрат; иметь навыки калькулирования и анализа себестоимости продукции и способность принимать обоснованные управленческие решения на основе данных управленческого учета.

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

#### **1. Введение. Методология и основные принципы управления логистическими системами.**

Методология и основные принципы управления в логистических системах. Администрирование логистических систем. Цели логистических стратегий. Типы логистических стратегий: минимизация логистических издержек, улучшение качества логистического сервиса, минимизация инвестиций в логистическую инфраструктуру, логистический аутсорсинг. Процедура разработки логистической стратегии фирмы. Связь корпоративной и логистической стратегий. Связь логистики и маркетинга. Взаимодействие логистики с производственным, инвестиционным и финансовым менеджментом.

#### **2. Стратегическое планирование логистики.**

Стратегический план логистики. Базовые компоненты стратегического планирования: конфигурация логистической сети, организационная структура управления логистикой, межфункциональная и межорганизационная логистическая координация, система контроллинга, информационная поддержка.

Влияние логистической деятельности на повышение энергоэффективности цепей поставок.

#### **3. Организация службы логистики на предприятии.**

Организационные структуры логистических систем. Функции логистического администрирования. Принцип централизации/децентрализации при формировании логистических организационных структур. Проблема обеспечения межфункциональной логистической координации. Виды организационных структур и область их использования: сравнительная характеристика основных типов организационных структур служб логистики: линейно-функциональных, дивизиональных, матричных, проектно- (процессно-) ориентированных. Типовые функции менеджеров-логистов. Отраслевые особенности политики управления персоналом, осуществляющего логистический менеджмент. Методы управления персоналом. Факторы повышения и рационального использования трудового потенциала логистической системы.

#### **4. Система сбалансированных показателей логистики фирмы. Ключевые показатели производительности (KPI) по логистике фирмы. Модель стратегической прибыли. Методы и примеры расчета основных KPI служб логистики.**

Стратегический план логистики фирмы: основные разделы. Примеры логистических стратегий. Фокусирование на балансе «Затраты/уровень обслуживания» при разработке логистической стратегии. Модель стратегической прибыли. Сбалансированная система показателей (ССП) логистики фирмы: цели, задачи, иерархия построения, перспективы. Система KPI: состав, способы расчета, сложности определения. Проблемы установления

стандартов КРІ логистики на основе процедуры бенчмаркинга. Проектирование/реинжиниринг логистической сети. Идентификация логистических бизнес-процессов. Типы организационных структур управления логистикой в компаниях: примеры, достоинства и недостатки. Проблема мотивации персонала служб логистики. Схема и задачи процесса контроллинга логистики.

#### **5. Тактическое и оперативное планирование в логистике как инструмент управления энергоресурсосбережением.**

Тактические и оперативные цели логистического менеджмента фирмы. Разработка тактического и оперативного плана. Система плановых показателей. Планирование выполнения ключевых и поддерживающих логистических функций. Корпоративные информационные системы и программные средства поддержки логистического планирования. Интегрированное логистическое планирование и организация взаимодействия службы логистики с другими подразделениями фирмы. Этапы и методы планирования тактических и оперативных показателей. Оценка качества и эффективности планирования.

#### **6. Бенчмаркинг в логистике.**

Понятие и сущность бенчмаркетинга. Установление стандартов КРІ и проблема бенчмаркинга. Процедура бенчмаркинга в логистике. Основные отчетные формы оценки результатов логистической деятельности компании. Установление стандартов логистических КРІ на основе использования бенчмаркинга. Интегрированная по цепи поставок система управления товарными запасами. Проблема выбора информационной поддержки логистики. Характеристика модулей (контуров) «Логистика» на примерах зарубежных и отечественных корпоративных информационных систем. Информационные системы поддержки принятия оптимизационных решений в логистике.

#### **7. Проведение экспертизы логистики компании – внешний аудит.**

Задачи и схема контроллинга логистической деятельности. Анализ эффективности логистической деятельности по подразделениям службы логистики на основе проведения обследования. Основные формы учета и контроля результатов логистической деятельности компании. Система мониторинга выполнения логистического плана.

#### **8. Типовые программы и методики проведения логистического аудита.**

Проводить экспертизы и аудита логистической деятельности, прогнозирование и определение потребности компании в повышении квалификации персонала службы логистики, определение эффективных путей совершенствования структуры и бизнес-процессов логистики.

#### **9. Анализ эффективности логистической деятельности.**

Показатели логистической деятельности. Понятие системы показателей. Требования, предъявляемые к показателям в системе контроллинга. Основные типы систем показателей. Особенности логико-дедуктивных систем показателей.

### **4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,4	16
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>60</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,7	59,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>-</b>	<b>Зачет с оценкой</b>

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0,4	12
Практические занятия (ПЗ)	0,9	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>45</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,7	44,85
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	-	<b>Зачет с оценкой</b>

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Анализ и синтез химико-технологических систем» (Б1.В.ДВ.13.1)**

**1.Цель дисциплины** - приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков в области анализа и синтеза сложных химико-технологических систем (ХТС), с целью решения задач повышения ресурсоэнергетической эффективности предприятий и экологической безопасности нефтегазохимического комплекса.

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

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- способностью анализировать технологический процесс как объект управления (ПК - 9);

-готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13);

-способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ПК-14);

**Знать:**

– основные понятия теории математического моделирования, анализа и синтеза оптимальных химико-технологических систем (ХТС);

– принципы математического моделирования и анализа сложных ХТС;

– сущность основных свойств и характеристик ХТС (надежности, безотказности и ремонтпригодности, работоспособности, безопасности, чувствительности, помехозащищенности, устойчивости, управляемости, эмерджентности);

– классификацию, общую постановку и принципы решения основных задач анализа ХТС;

– классификацию исходных задач синтеза (ИЗС) оптимальных ресурсоэнергосберегающих ХТС (содержательные постановки задач структурно-параметрического и структурного синтеза ХТС);

– классификацию и общую характеристику принципов синтеза оптимальных ресурсоэнергосберегающих ХТС (декомпозиционно-поискового, эвристическо-декомпозиционного, эволюционного и интегрально-гипотетического;

– операции упорядоченного ограниченного поиска решений исходных задач синтеза ресурсоэнергосберегающих ХТС на дереве вариантов решений с использованием идей перспективно-отсекающей декомпозиции и метода «ветвей и границ»;

– декомпозиционные методы синтеза ресурсоэнергосберегающих ХТС, которые позволяют проектировать технологические схемы высоконадежных экологически безопасных производств с оптимальными удельными расходами сырья, топлива, энергии и конструкционных материалов.

**Уметь:**

- работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать математические пакеты общего назначения для решения задач анализа и синтеза ХТС;
- составлять системы уравнений материально-тепловых балансов сложных ХТС и выявлять технологическую и математическую корректность постановки указанной задачи;
- строить топологические модели ХТС (потокосные, сигнальные и информационные графы);
- проводить анализ технологических режимов функционирования сложных ХТС с целью выявления и устранения источников потерь сырья, топлива и энергии в системе для разработки научно обоснованных технологических и инженерно-технических решений по повышению эффективности химических производств с применением различных классов топологических моделей ХТС;
- разрабатывать научно обоснованные альтернативные варианты технологической схемы ХТС;
- составлять системы уравнений материально-топливного баланса сложных ХТС
- выявлять и анализировать причин потерь сырья, материальных и топливно-энергетических ресурсов на действующих производствах нефтегазохимического комплекса (НГХК)
- планировать и проводить обследование энергоресурсоэффективности действующих производствах НГХК.

**Владеть:**

- методологией системного подхода к исследованию ХТС;
- принципами разработки математических моделей (в том числе топологических, или графов) сложных ХТС;
- топологическими методами анализа ХТС с использованием материально-потокосных и параметрических потокосных графов;
- декомпозиционно-эвристическими методами синтеза энергоресурсо-сберегающих ХТС;
- методами анализа эффективности функционирования химических, нефтехимических и биохимических производств.

**3 Краткое содержание дисциплины.**

**Введение.** Основные понятия математического моделирования, анализа и синтеза химико-технологических систем (ХТС). Общая характеристика ХТС как объектов исследования и проектирования. Классификации типов ХТС. Типы технологических связей в ХТС. Непрерывные, непрерывно-циклические, непрерывно-периодические и периодические ХТС. Виды критериев эффективности ХТС. Краткая характеристика основных свойств ХТС. Классификация моделей ХТС.

**Модуль 1. Принципы математического моделирования и анализа ХТС**

**1.1. Принципы математического моделирования и анализа ХТС.**

Общий вид операторно-символической математической модели ХТС. Постановка и принципы решения задач анализа ХТС. Задачи анализа технических режимов ХТС как задачи расчета материально-тепловых балансов ХТС. Определение степени свободы ХТС. Блочная методика составления систем уравнений материально-топливных балансов сложных систем ХТС. Краткая характеристика вычислительных методов и алгоритмов решения многомерных разреженных систем уравнений материально-типовых балансов сложных ХТС

**1.2. Принципы построения и применения топологических моделей (графов) ХТС.**

Классификация и назначение топологических моделей ХТС, применяемых для решения задач математического моделирования, анализа оптимизации и синтеза ХТС. Классификация топологических моделей (графов) ХТС. Общая характеристика и методика построения топологических моделей (графов) ХТС. Поточковые, информационно-поточковые и сигнальные графы ХТС. Методика применения топологических моделей (графов) ХТС для решения практических задач анализа и синтеза ресурсоэнергосберегающих ХТС.

### **1.3. Топологические методы и алгоритмы анализа ХТС с применением потоковых и сигнальных графов**

Алгоритм циклического потокового графа составления систем уравнений материально-тепловых балансов сложных ХТС.

### **1.4. Топологические алгоритмы оптимизации стратегии анализа сложных ХТС с применением информационных потоковых графов.**

Методы решения сигнальных графов ХТС. Универсальная топологическая формула для решения сигнальных графов ХТС.

## **Модуль 2. Оптимальные ресурсоэнергосберегающие химико-технологические системы**

### **2.1. Принципы синтеза оптимальных ресурсоэнергосберегающих химико-технологических систем.**

Задача синтеза оптимальных ресурсоэнергосберегающих ХТС (Р-ХТС) как математически неформализованная задача химической технологии. Классификация содержательных исходных инженерно-технологических задач синтеза (ИЗС) ресурсоэнергосберегающих ХТС. Системный анализ основных физико-химических и инженерно-технологических предпосылок и ограничений при решении ИЗС.

Классификация и общая характеристика принципов синтеза оптимальных Р-ХТС: декомпозиционно-поискового, эвристическо-декомпозиционного, интегрально-гипотетического (алгоритмического) и эволюционного.

Понятие граничной задачи синтеза оптимальной Р-ХТС. Стратегия перспективно-отсекающей декомпозиции множества решений ИЗС. Операции упорядоченного ограниченного поиска решений исходных задач синтеза Р-ХТС с использованием деревьев вариантов решений.

### **2.2. Декомпозиционные методы синтеза оптимальных ресурсоэнергосберегающих химико-технологических систем.**

Общая характеристика и сущность многостадийного эвристическо-эволюционного метода синтеза неоднородных ресурсоэнергосберегающих ХТС. Модели представления знаний в химической технологии для генерации смысловых решений ИЗС. Процедуры генерации смысловых решений задач синтеза оптимальных неоднородных ХТС с использованием деревьев вариантов решений, моделей представления знаний и топологических моделей (графов) ХТС.

Общая характеристика исходных задач синтеза (ИЗС) оптимальных однородных Р-ХТС: рекуперативных теплообменных систем (Р-ТС) и ресурсоэнергосберегающих систем ректификации (Р-СР) многокомпонентных смесей. Понятие эвристических правил и граничных задач синтеза (ГЗС) Р-ТС и Р-СР.

Постановка ИЗС оптимальных рекуперативных ресурсоэнергосберегающих теплообменных систем. Системный анализ основных физико-химических и инженерно-технологических предпосылок и ограничений при генерации смысловых решений ИЗС оптимальных теплообменных систем. Классификация и общая характеристика декомпозиционных методов синтеза Р-ТС: гранично-декомпозиционного, декомпозиционно-эвристического и топологического. Сущность и основные этапы гранично-декомпозиционного метода синтеза оптимальных рекуперативных теплообменных систем.



Постановка ИЗС оптимальных ресурсоэнергосберегающих систем ректификации многокомпонентных смесей. Системный анализ основных физико-химических и инженерно-технологических предпосылок, используемые при поиске решений задач синтеза оптимальных ациклических систем ректификации (АСР).

Классификация и общая характеристика декомпозиционных методов синтеза оптимальных ациклических СР: (АСР) декомпозиционно-топологического и декомпозиционно-эвристического. Сущность и основные этапы декомпозиционно-топологического метода синтеза оптимальных АСР.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,8</b>	<b>64</b>
Лекции (Лек)	0,9	32
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,2</b>	<b>44</b>
<b>Вид итогового контроля: экзамен</b>		<b>36</b>
Подготовка к экзамену	<b>1,0</b>	<b>35.6</b>
Контактная аттестация		<b>0.4</b>

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,8</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,9	24
Практические занятия (ПЗ)	0,9	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,2</b>	<b>33</b>
<b>Вид итогового контроля: экзамен</b>		<b>27</b>
Подготовка к экзамену	<b>1,0</b>	<b>26.7</b>
Контактная аттестация		<b>0.3</b>

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Синтез оптимальных систем разделения химических предприятий» (Б1.В.ДВ.13.2)

**1. Цель дисциплины** – приобретение обучающимися теоретических знаний и практических навыков в области синтеза оптимальных однородных химико-технологических систем разделения многокомпонентных смесей химических предприятий, с целью решения задач повышения ресурсоэнергетической эффективности предприятий химического комплекса.

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

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- способностью анализировать технологический процесс как объект управления (ПК - 9);

-готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13);

-способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ПК-14);

**Знать:**

– классификацию исходных задач синтеза (ИЗС) оптимальных ресурсоэнергоэффективных ХТС (содержательные постановки задач структурно-параметрического и структурного синтеза ХТС);

– операции упорядоченного ограниченного поиска решений исходных задач синтеза ресурсоэнергоэффективных ХТС на дереве вариантов решений с использованием идей перспективно-отсекающей декомпозиции и метода «ветвей и границ»;

– декомпозиционные методы синтеза энергоресурсоэффективных ХТС, которые позволяют проектировать технологические схемы высоконадежных экологически безопасных производств с оптимальными удельными расходами сырья, топлива, энергии и конструкционных материалов.

#### **Уметь:**

– применять принципы синтеза оптимальных энергоресурсоэффективных ХТС (декомпозиционно-поискового, эвристическо-декомпозиционного, эволюционного и интегрально-гипотетического) при разработке научно обоснованных альтернативных вариантов энергоресурсоэффективных технологических схем однородных ХТС – систем разделения многокомпонентных смесей;

– проводить анализ технологических режимов функционирования ХТС с целью выявления и устранения источников потерь сырья, топлива и энергии в системе для разработки научно обоснованных технологических и инженерно-технических решений по повышению эффективности химических производств с применением различных классов топологических моделей ХТС;

– выявлять и анализировать причины потерь сырья, материальных и топливно-энергетических ресурсов на действующих химических производствах;

#### **Владеть:**

– методологией системного подхода к решению задач синтеза оптимальных энергоресурсоэффективных ХТС;

– декомпозиционно-топологическими и декомпозиционно-эвристическими методами синтеза систем ректификации многокомпонентных смесей;

– методами анализа эффективности функционирования ХТС.

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

#### ***Модуль 1. Основные понятия теории анализа и синтеза ХТС.***

Химическое производство – сложная химико-технологическая система. Анализ и синтез ХТС как познавательные и инженерно-технические операции. Виды типовых технологических операторов ХТС. Типы технологических связей в структуре ХТС: последовательная; последовательно-обводная (байпас); параллельная; противонаправленная; обратная (рециклическая) по расходу вещества; обратная по расходу энергии; энерго-трансформационная.

Технологическая топология ХТС. Отображение технологической топологии ХТС с использованием технологических, структурных, операторных и функциональных схем. Классификация ХТС по особенностям технологической топологии: – по видам элементов (технологических операторов), входящих в структуру ХТС (неоднородные и однородные ХТС); – по типам технологических связей (однаправленные и встречнонаправленные, или контурные).

Классификация моделей и понятие идентификации ХТС. Классификация и назначение топологических моделей ХТС. Поточковые графы ХТС (материальные, тепловые и параметрические) и их применение в теории анализа и синтеза оптимальных энергоресурсоэффективных ХТС (ЭРЭ-ХТС).

Характеристика химико-технологической системы как объекта исследования. Операторно-символическая математическая модель ХТС. Состояние ХТС. Пространство состояний ХТС.

Критерии эффективности ЭРЭ-ХТС. Понятие ресурсоэффективности и экоэффективности. Краткая характеристика способов и приемов ресурсэнергосбережения. Понятие малоотходных и ресурсосберегающих ХТС.

### ***Модуль 2. Принципы синтеза оптимальных энергоресурсоэффективных ХТС.***

Постановка исходных задач синтеза (ИЗС) оптимальных ЭРЭ-ХТС. Принципы синтеза оптимальных ЭРЭ-ХТС – декомпозиционно-поисковый, эвристическо-декомпозиционный, интегрально-гипотетический и эволюционный. Задача синтеза оптимальных ЭРС-ХТС как математически неформализованная задача химической технологии. Классификация содержательных исходных инженерно-технологических задач синтеза ЭРЭ-ХТС. Системный анализ основных физико-химических и инженерно-технологических предпосылок и ограничений при решении ИЗС.

### ***Модуль 3. Декомпозиционные методы синтеза энергоресурсоэффективных ХТС.***

Общая характеристика исходных задач синтеза (ИЗС) оптимальных однородных ЭРЭ-ХТС: рекуперативных ЭРЭ теплообменных систем и ЭРЭ систем разделения многокомпонентных смесей. Постановка исходных задач синтеза (ИЗС) оптимальных однородных систем разделения многокомпонентных смесей.

Декомпозиционные методы синтеза оптимальных энергоресурсоэффективных однородных химико-технологических систем. Понятие граничной задачи синтеза оптимальной ЭРЭ-ХТС. Дерево декомпозиции ИЗС ЭОЭ-ХТС и дерево декомпозиции множеств решений ИЗС ЭРЭ-ХТС.

Стратегия перспективно-отсекающей декомпозиции множества решений ИЗС. Применение методов упорядоченного ограниченного перебора на дереве вариантов решений (ДВР) при поиске оптимальных вариантов синтеза технологических схем оптимальных энергоресурсоэффективных однородных ХТС. Метод «ветвей и границ». Стратегии ветвления на ДВР: волновая, лучевая, луче-волновая.

### ***Модуль 4. Методы синтеза оптимальных энергоресурсоэффективных систем ректификации многокомпонентных смесей.***

Постановка ИЗС оптимальных энергоресурсоэффективных систем ректификации многокомпонентных смесей. Системный анализ основных физико-химических и инженерно-технологических предпосылок, используемых при поиске решений задач синтеза оптимальных ациклических систем ректификации (АСР).

Классификация и общая характеристика декомпозиционных методов синтеза оптимальных ациклических систем ректификации (АСР): декомпозиционно-топологического и декомпозиционно-эвристического. Сущность и основные этапы декомпозиционно-топологического метода синтеза оптимальных АСР.

Понятие эвристических правил (эвристик). Сущность и основные этапы декомпозиционно-эвристического метода синтеза оптимальных АСР.

Эвристическо-термодинамический метод синтеза энергоресурсоэффективных систем ректификации многокомпонентных смесей со связанными тепловыми потоками.

## **4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,8</b>	<b>64</b>
Лекции (Лек)	0,9	32
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,2</b>	<b>44</b>
<b>Вид итогового контроля: экзамен</b>		<b>36</b>
Подготовка к экзамену	<b>1,0</b>	<b>35.6</b>
Контактная аттестация		<b>0.4</b>

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,8</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,9	24
Практические занятия (ПЗ)	0,9	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,2</b>	<b>33</b>
<b>Вид итогового контроля: экзамен</b>		<b>27</b>
Подготовка к экзамену	<b>1,0</b>	<b>26.7</b>
Контактная аттестация		<b>0.3</b>

**Аннотация рабочей программы дисциплины «Управление цепями поставок энергоресурсоэффективных химических предприятий» (Б1.В.ДВ.14.1)**

**1. Цель дисциплины** - формирование концептуального мышления по проблемам управления цепями поставок энергоресурсоэффективных химических предприятий, развитие умений и практических навыков принятия эффективных управленческих решений при организации цепей поставок химических предприятий.

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

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13);
- способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ПК-14);

**Знать:**

- классификацию и общую характеристику основных стратегий управления цепями поставок химических предприятий;
- принципы и методы разработки энергоресурсосберегающих экологически безопасных, или «зеленых», цепей поставок химических предприятий;
- сущность способов обеспечения энергоресурсосбережения в цепях поставок;
- сущность методологии управления отношениями в цепях поставок энергоресурсосберегающих химических предприятий;
- сущность методов разработки прямых и обратных цепей поставок химических предприятий;
- способы обеспечения и повышения экологической безопасности цепей поставок химических производств;
- общую характеристику систем компьютерного анализа энергоэффективности бизнес-процессов в цепях поставок энергоресурсосберегающих химических предприятий.

**Уметь:**

- применять стратегии логистического управления цепями поставок энергоресурсосберегающих химических предприятий;
- выбирать экономически эффективные методы управления цепями поставок энергоресурсосберегающих химических предприятий;
- выбирать рациональных поставщиков логистических услуг в ЦП на основе использования внешних ресурсов («аутсорсинг»);
- формулировать постановку задач оптимизации показателей энергоресурсоэффективности цепей поставок применяемой продукции химических предприятий;

### **Владеть:**

- методологией «долевого разделения прибыли» при управлении цепями поставок энергоресурсосберегающих химических предприятий;

- способами, методами и приемами разработки рациональной организационной структуры «зеленых» цепей поставок химических предприятий; минимизации отходов в ЦП; предотвращения потерь и снижения выбросов в цепях поставок предприятий нефтегазохимического комплекса.

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

Введение

Модуль 1.

1.1. Современные концепции и парадигмы управления цепями поставок.

Предпосылки возникновения концепций управления цепями поставок (УЦП); цепи поставок как объекты логистики; развитие интегрированной логистики как фактор формирования цепей поставок (ЦП); субъекты системы управления цепями поставок; основные стратегические концепции ресурсосбережения; синергетический эффект использования принципов логистики в УЦП.

1.2. Цели и стратегии управления цепями поставок.

Основные субъекты и объекты управления в ЦП; организация структуры ЦП энергоресурсосберегающих предприятий нефтегазохимического комплекса (НГХК); этапы разработки стратегических целей УЦП; комплекс стратегических целей («дерево» целей), карта стратегических целей при УЦП; задача стратегического управления ЦП.

1.3. Проблемы оптимального ситуационного управления цепями поставок.

Постановка задач оптимального УЦП; виды критериев оптимальности в постановках задач оптимального ситуационного УЦП.

Модуль 2.

2.1. Методология управления отношениями в цепях поставок.

Виды отношений в ЦП; этапы принятия решений при УЦП; количественные и качественные показатели информационных потоков в УЦП.

2.2. Виды показателей эффективности УЦП.

Понятие и классификация бизнес-процессов в ЦП; ключевые и вспомогательные бизнес-процессы в ЦП; функциональная и организационная интеграция бизнес-процессов субъектов УЦП; интеграция бизнес-процессов внутренней и внешней логистики; методология ситуационного УЦП с использованием сбалансированной системы показателей эффективности (BSC) и ключевых индексов производительности (KPI); принципы формирования значений системы ключевых индексов производительности (KPI) УЦП; взаимосвязь системы KPI и сбалансированной системы показателей эффективности (BSC); распределение оценок KPI по уровням УЦП.

2.3. Методология разработки энергоресурсосберегающих экологически безопасных цепей поставок предприятий нефтегазохимического комплекса.

Применение основных принципов «зеленой химии» и методов логистики ресурсосбережения для разработки организационно-функциональной структуры «зеленых» цепей поставок НГХК.

Прямая и обратная цепь поставок; стратегия обеспечения энергоресурсосбережения и экологической безопасности ЦП.

Модуль 3

3.1.. Особенности стратегий управления цепями поставок применяемой продукции предприятий нефтегазохимического комплекса.

Организация ЦП применяемой продукции предприятий НГХК, или химической продукции; цели и задачи управления ЦП применяемой химической продукции; сущность стратегии управления ЦП применяемой химической продукции; актуальность разработки инновационных стратегий УЦП применяемой химической продукции; альтернативы

организации УЦП применяемой химической продукции (виды услуг поставщика продукции НГХК, вознаграждение поставщика).

Общая характеристика стратегии долевого сбережения прибыли при УЦП применяемой продукции НГХК.

3.2.. Основные стратегии УЦП применяемой продукции нефтегазохимического комплекса.

Сущность стратегии долевого разделения прибыли между субъектами ЦП; партнерство поставщиков; изменение роли закупок в ЦП; роль деятельности по охране окружающей среды; выгоды стратегии «долевого разделения прибыли» для потребителя и поставщиков химической продукции; сокращение общих затрат поставщиков; различные виды отношений при поставках химической продукции; методика составления контрактов между субъектами ЦП и практические примеры использования стратегии «долевого разделения прибыли» на предприятиях химической и автомобилестроительной промышленности.

Сущность современных стратегий УЦП: стратегии обучения ЦП и стратегии прозрачности ЦП.

3.3.. Методология анализа экономической эффективности решений по УЦП.

Типы поставщиков внешних источников ресурсов (аутсорсинг) при УЦП.

Организационно-функциональная структура цепей поставок как важнейший фактор экономически эффективного УЦП; типы моделей цепей поставок, целевые функции и критерии оптимальности ЦП; составляющие экономического эффекта и затрат в оценке эффективности решений по УЦП; показатели эффективности УЦП по видам функциональной логистики и направлениям предпринимательской деятельности в ЦП; типы поставщиков внешних источников ресурсов (аутсорсинг при УЦП).

Классификация внешних поставщиков логистических услуг (аутсорсинг): 2PLP, 3PLP и 4PLP (поставщики логистических услуг 2-ой, 3-ей и 4-ой стороны). Оценка эффективности аутсорсинга при УЦП.

3.4. Архитектура и режимы функционирования типовой (эталонной) модели операций в ЦП (SCOR-модели) для анализа эффективности УЦП.

Отображение основных видов деятельности и бизнес-процессов в SCOR-модели цепи поставок; определение эталонных показателей эффективности ЦП на основе контрольно-эталонного тестирования (бенчмаркинга); дифференциация основных бизнес-процессов в SCOR-модели по категориям; вспомогательные средства модели, их характеристики.

3.5. Комплексная стратегия организационно-экономико-экологического управления «зелеными» цепями поставок применяемой химической продукции.

Взаимосвязь управления охраной ОПС и БЖД с управлением «зелеными» ЦП применяемой химической продукцией; минимизация отходов – важнейшее направление деятельности по охране ОПС, охране здоровья и БЖД; затраты на отходы и стоимость минимизации отходов в ЦП.

Важность деятельности по охране ОПС, охране здоровья и БЖД при управлении ЦП химической продукцией; выгоды для деятельности по охране ОПС, охране здоровья и БЖД от управления «зелеными» ЦП химической продукцией: управление производственными отходами; сокращение прочих отходов химической продукции; выполнение учетных, отчетных и обучающих руководящих материалов по охране здоровья, БЖД и ОПС.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>48</b>

Лекции (Лек)	0,4	16
Практические занятия (ПЗ))	0,9	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>60</b>
Изучение разделов дисциплины	1,2	40
Подготовка к контрольным работам	0,5	20
<b>Вид итогового контроля: экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>
Подготовка к экзамену		<b>35.6</b>
Контактная аттестация		<b>0.4</b>

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0,4	12
Практические занятия (ПЗ)	0,9	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>45</b>
Изучение разделов дисциплины	1,2	30
Подготовка к контрольным работам	0,5	15
<b>Вид итогового контроля: экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>27</b>
Подготовка к экзамену		<b>26.7</b>
Контактная аттестация		<b>0.3</b>

**Аннотация рабочей программы дисциплины «Стратегии управления цепями поставок на предприятиях нефтегазохимического комплекса (НГХК)» (Б1.В.ДВ.14.2)**

1. Цель дисциплины - формирование у студентов знаний в вопросах стратегического управления в логистических системах как на уровне организаций бизнеса, так и на мезо- и макроэкономических уровнях. Знания и умения, полученные в результате изучения дисциплины, должны быть направлены на повышение эффективности деятельности организации за счет оптимизации всех ресурсов, связанных с формированием и принятием управленческих решений в цепях поставок.

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

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13);

- способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ПК-14);

**Знать:**

- цели и основные принципы стратегии управления цепями поставок;

- основные и терминологию управления цепями поставок;

- основы построения и проектирования сетевых структур цепей поставок;

- основную учебную и специальную литературу (в том числе на иностранном языке) для изучения управления цепями поставок;

**Уметь:**

- анализировать организационно-функциональную структуру цепи поставок в ГПЗ и НПЗ;

- определять концепции логистического управления.

**Владеть:**

-навыками определения способами и приемами интеграции и кооперации контрагентов цепей поставок;  
-навыками определения процессного подхода к формированию цепей поставок;  
-методологией, инструментами и основными типами стратегиями управления цепей поставок.

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

#### **Содержание дисциплины**

1. Введение. Основные понятия и определения теории управления цепями поставок.

Предмет и методы управления цепями поставок предприятий НГХК. Задачи и место курса в подготовке специалиста в области логистики.

2. Эволюция концепций управления цепями поставок.

Концепции логистического управления. Содержание современных концепций управления цепями поставок предприятий НГХК

3. Общая характеристика целей и стратегий управления цепями поставок (УЦП).

Основы для формирования логистической стратегии: стратегические элементы управления цепями поставок. Сущность стратегического планирования и проектирования цепей поставок: цели, проект сети, стратегия сети. Основные движущие силы (драйверы) (стратегия обслуживания заказчика) и ингибиторы (препятствия) в цепи поставок: организационная структура, система оценки результатов деятельности, владение запасами и др.

4. Основные концепции УЦП в НГХК на основе стратегии «долевого разделения прибыли», стратегии обучения ЦП и стратегии прозрачности ЦП.

Сущность стратегии долевого разделения прибыли между субъектами ЦП; Партнерство поставщиков; Изменение роли закупок в ЦП; Роль деятельности по охране окружающей среды; Выгоды стратегии долевого разделения прибыли для потребителя и поставщиков химической продукции; Сокращение общих затрат поставщиков; Различные виды отношений при поставках химической продукции; Методика составления контрактов между субъектами ЦП и практические примеры использования стратегии долевого разделения прибыли на предприятиях химической и автомобилестроительной промышленности.

5. Современное состояние исследований по развитию нефтегазохимического комплекса России и логистическое планирование энергоресурсосберегающих цепей поставок газо- и нефтеперерабатывающих предприятий.

Современное состояние нефтегазохимической отрасли в России; газовая промышленность России, нефтяная промышленность России; стратегия развития газо- и нефтехимии в России на период до 2030 года; современное состояние научных исследований по организации и управлению предприятиями нефтегазохимического комплекса; современное состояние научных исследований по логистическому планированию энергоресурсосберегающих цепей поставок перерабатывающих предприятий; инструментальные комплексы программ логистического планирования цепей поставок: IBM ILOG LogicNet; Oracle Strategic Network Optimization; SAP APO (Advanced Planner and Optimizer); i2 Supply Chain Strategist Tactician.

6. Анализ организационно-функциональной структуры и режимов эксплуатации, цепи поставок газоперерабатывающих и нефтеперерабатывающих заводов (ГПЗ и НПЗ) в Сибирском регионе.

Поставщики сырья: Уренгойское месторождение, Ямбургское месторождение; добыча и подготовка сырья: установка комплексной переработки газа; Уренгойский завод по подготовке конденсата к транспорту; транспортировка сырья; переработка сырья: приём и подготовка нефтегазоконденсатного сырья в сырьевом парке завода стабилизации конденсата, стабилизация конденсата на заводе стабилизации конденсата, разделение



широкой фракции лёгких углеводородов на заводе стабилизации конденсата, переработка стабильного конденсата на заводе стабилизации конденсата; общая характеристика организационно-функциональной структуры энергоресурсосберегающей цепи поставок завода стабилизации газового конденсата.

7. Организационно-экономическая и математическая постановка задачи многокритериального логистического планирования энергоресурсосберегающей цепи поставок газоперерабатывающих заводов.

Организационно-экономическая постановка задачи многокритериального логистического планирования цепи поставок ГПЗ; проект открытия мощностей по переработке газа деэтанзации; проект открытия мощностей по переработке широкой фракции углеводородов; развитие концепции оценки воздействия на окружающую среду в виде оценки “углеродного следа” в цепи поставок; математическая постановка задачи многокритериального логистического планирования цепи поставок ГПЗ; обоснование выбора инструментального комплекса программ для решения задачи многокритериального логистического планирования цепи поставок ГПЗ; сбор и структуризация технико-экономических данных для моделирования цепи поставок ГПЗ.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,4	16
Практические занятия (ПЗ))	0,9	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>60</b>
Изучение разделов дисциплины	1,2	40
Подготовка к контрольным работам	0,5	20
<b>Вид итогового контроля: экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>
Подготовка к экзамену		<b>35.6</b>
Контактная аттестация		<b>0.4</b>

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,3</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0,4	12
Практические занятия (ПЗ)	0,9	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>45</b>
Изучение разделов дисциплины	1,2	30
Подготовка к контрольным работам	0,5	15
<b>Вид итогового контроля: экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>27</b>
Подготовка к экзамену		<b>26.7</b>
Контактная аттестация		<b>0.3</b>

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Проектирование энергоресурсосберегающих химических производств» (Б1.В.ДВ.15.1)

**Цель дисциплины** - теоретическая и практическая подготовка в области применения методов планирования, организации и управления научно-исследовательскими, опытно-конструкторскими и опытно-технологическими проектами

по созданию новых химических технологий и наукоемкой ресурсоэнергосберегающей продукции.

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

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- способностью анализировать технологический процесс как объект управления (ПК - 9);

- готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13);

способностью моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности (ПК-16);

**Знать:**

– классификацию и общую характеристику основных стратегий управления цепями поставок химических производств;

– сущность методологии управления отношениями в цепях поставок энергоресурсосберегающих химических производств;

– сущность методов разработки прямых и обратных цепей поставок химических производств;

– способы обеспечения и повышения экологической безопасности цепей поставок химических производств;

– общую характеристику систем компьютерного анализа энергоэкоэффективности бизнес-процессов в цепях поставок энергоресурсосберегающих химических производств.

**Уметь:**

– применять стратегии логистического управления цепями поставок энергоресурсосберегающих химических производств;

– выбирать экономически эффективные методы управления цепями поставок энергоресурсосберегающих химических производств;

– формулировать постановку задач оптимизации показателей энергоресурсоэффективности цепей поставок применяемой продукции химических производств;

**Владеть:**

– способами, методами и приемами разработки рациональной организационной структуры «зеленых» цепей поставок химических производств; минимизации отходов в ЦП; предотвращения потерь и снижения выбросов в цепях поставок предприятий нефтегазохимического комплекса.

**3. Краткое содержание дисциплины:**

**1. Введение**

Проектный подход как стандартный способ ведения бизнеса. Управление проектами как набор методов и средств достижения высокого качества, экономии средств, времени, ресурсов, снижения риска, повышения надежности при реализации высокотехнологичных программ, проектов или мероприятий.

**2. Роль НИОКР в разработке ресурсо- энергосберегающих технологий и химико-технологических систем.**

Прогрессивные разработки в области технических наук, предлагаемых для внедрения в производство. Роль научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ в разработке современных химико-технологических систем. Финансирование научных исследований. Государственное стимулирование научно-технического развития. Приоритетные направления развития науки и техники; критические технологии федерального уровня. Федеральные целевые программы в области ресурсо- энергосбережения и наукоемких технологий.

**3. Организация и управление высокотехнологичными программами и проектами.**

Определение понятия «проект». Концепция и базовые понятия управления проектами. Искусство и методы эффективного управления проектами. Целесообразность перехода к проектному управлению. Профессиональные организации по управлению проектами. Жизненный цикл проекта. Разделение проекта по фазам. Участники проекта. Команда проекта. Структуризация проекта. Построение иерархической структуры проектных работ. Стандартные шаги при структуризации проекта. Методы структуризации проекта. Окружение проекта. Управление содержанием проекта. Управление временем проекта. Управление стоимостью проекта. Управление качеством проекта. Управление материальными ресурсами проекта. Управление персоналом проекта. Управление информацией и коммуникациями проекта. Интеграционное управление проектом. Бизнес-процесс в рамках управления проектами. Группы процессов управления. Виды процессов управления.

#### 4. Инструментальные информационные системы управления проектами

Краткая характеристика профессиональных систем управления проектами. Сравнительная оценка основных программных комплексов для оптимального управления проектами.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>0,9</b>	<b>32</b>
Лекции (Лек)	0,45	16
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,1</b>	<b>40</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		<b>39,8</b>
Контактная самостоятельная работа		<b>0,2</b>
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>-</b>	<b>Зачет с оценкой</b>

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>0,9</b>	<b>24</b>
Лекции (Лек)	0,45	12
Практические занятия (ПЗ)	0,45	12
Лаборатория	0,9	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,1</b>	<b>30</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		<b>39,85</b>
Контактная самостоятельная работа		<b>0,15</b>
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>-</b>	<b>Зачет с оценкой</b>

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Экономические основы логистики энергоресурсосберегающих химических производств» (Б1.В.ДВ.15.2)

1. Цель дисциплины - наделение студента знаниями об основах и механизмах функционирования цепей поставок в логистических сетях; обучение студента методам

управления цепями поставок, способам ценообразования в логистических сетях, методам повышения эффективности использования ресурсов в цепи поставок.

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

**овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- способностью анализировать технологический процесс как объект управления (ПК - 9);

- готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13);

- способностью моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности (ПК-16);

**Знать:**

– принципы и инструменты эффективного управления цепями поставок; особенности логистического управления цепями поставок;

– принципы, основные тенденции и базовые условия ценообразования в цепях поставок; структуру цены и факторы, влияющие на ее формирование; особенности и методы ценообразования на логистические продукты и услуги в различных структурах цепей поставок;

– виды, методы оценки и учета логистических издержек; способы управления и планирования снижения логистических издержек в цепях поставок;

– основные показатели и методы оценки эффективности функционирования логистических систем;

– основы управления финансовыми потоками в цепях поставок.

**Уметь:**

– проводить экономический анализ источников возникновения логистических издержек; рассчитывать общие затраты в цепи поставок;

– проводить функционально-стоимостную диагностику цепей поставок;

– анализировать логистические решения в системе внутрифирменного финансового планирования;

**Владеть:**

– способами оценки эффективности инвестиций в логистике и управлении цепями поставок.

**3 Краткое содержание дисциплины.**

Введение.

Модуль 1. Логистика в системе обеспечения конкурентоспособности.

1.1. Влияние логистических решений на конкурентоспособность продукции.

1.2. Логистика в системе обеспечения конкурентоспособности организации.

1.3. Логистическая активность организаций и возможности ее оценки.

1.4. Логистические издержки и методы их оценки.

1.5. Структура цены промежуточного и конечного продукта. Особенности формирования цен на логистические услуги.

1.6. Влияние налогообложения на экономические характеристики внутренних и внешних материальных потоков.

1.7. Методы установления и регулирования цен на логистические услуги.

Модуль 2. Экономический анализ источников возникновения логистических издержек.

1.1. Основные фонды логистических систем и эффективность их использования.

1.2. Влияние параметров логистических систем на эффективность использования оборотных средств.

1.3. Особенности учета и анализа логистических издержек на предприятии.

1.4. Основы функционально-стоимостной диагностики логистических систем.

1.5. Планирование снижения логистических затрат на основе принципов функционально-структурной организации (ФСО) логистических систем.

1.6. Возможности математического моделирования логистической системы с целью повышения ее эффективности.

1.7. Логистический аудит в повышении эффективности логистической системы.

Модуль 3. Управление финансовыми потоками в логистических системах.

3.1. Виды финансовых потоков и основы их организации.

3.2. Основы создания системы управления финансовыми потоками.

3.3. Международные финансовые потоки в логистике. Виды и особенности.

3.4. Основы обеспечения экономической эффективности логистических решений и систем.

3.5. Экономическое обоснование логистических проектов.

3.6. Пути повышения экономической эффективности логистических решений.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>0,9</b>	<b>32</b>
Лекции (Лек)	0,45	16
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,1</b>	<b>40</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		<b>39,8</b>
Контактная самостоятельная работа		<b>0,2</b>
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	-	<b>Зачет с оценкой</b>

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>0,9</b>	<b>24</b>
Лекции (Лек)	0,45	12
Практические занятия (ПЗ)	0,45	12
Лаборатория	0,9	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,1</b>	<b>30</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		<b>39,85</b>
Контактная самостоятельная работа		<b>0,15</b>
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	-	<b>Зачет с оценкой</b>

#### 4.5. Практики

##### Аннотация рабочей программы

**«Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» Б2.В.01 (У)**

**1. Цель учебной практики** – ознакомление студентов с основными видами и задачами будущей профессиональной деятельности; ознакомление студентов с предприятием (местом прохождения практики), ее областью деятельности, целями, задачами и особенностями функционирования, а также историей и репутацией; а также получение первичных знаний и навыков профессиональной деятельности путем самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой практики.

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

*Обладать* следующими профессиональными компетенциями:

-готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13);

-способностью планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-15);

**Знать:**

-виды задач исследования, основные проблемы своей предметной области;

-основные понятия и методы обработки экспериментальных данных; основные методы математической обработки экспериментальных данных и анализа результатов исследований;

**Уметь:**

-анализировать и оценивать полученные экспериментальные данные;

-готовить отдельные части технического задания на проектирование систем управления технологическими процессами в энергетике,

**Владеть:**

-методами математического анализа, теории вероятностей и математической статистики, навыками представления результатов работы для использования в практической работе,

-способностью подготовки научно-экономических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований;

-оценивать и представлять результаты выполненной работы.

**Краткое содержание учебной практики**

Учебная практика включает этапы ознакомления с методологическими основами и практического освоения приемов организации, планирования, проведения и обеспечения научно-исследовательской и образовательной деятельности по профилю изучаемой программы магистратуры.

Конкретное содержание учебной практики определяются индивидуальным заданием, обучающегося учетом интересов и возможности кафедры или организации, где она проводится. Изучение специальной литературы и другой научно-технической информации, достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области энергетики; выбор, корректировку, уточнение темы исследования с учетом рекомендации кафедры или предприятия, на которой планируется проведение практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, анализ ее актуальности

**4. Объем учебной практики**

Виды учебной работы	Всего	
	Зачет. единиц	Академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3,0</b>	<b>108</b>
<b>Самостоятельная работа (СР), в том числе:</b>	<b>3,0</b>	<b>108</b>
Контактная самостоятельная работа		0,2
Самостоятельное выполнение разделов дисциплины	3,0	107,8
<b>Вид итогового контроля: зачет с оценкой</b>		

Виды учебной работы	Всего	
	Зачет. единиц	Астрон. часов

<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3,0</b>	<b>81</b>
<b>Самостоятельная работа (СР), в том числе:</b>	<b>3,0</b>	<b>81</b>
Контактная самостоятельная работа		0,15
Самостоятельное выполнение разделов дисциплины	3,0	80,85
<b>Вид итогового контроля: зачет с оценкой</b>		

### Аннотация рабочей программы

#### Производственная практика: научно-исследовательская работа (Б2.В.02 (Н))

**1. Цель научно-исследовательской работы** – формирование профессиональных компетенций посредством планирования и осуществления экспериментальной деятельности на основании изученных дисциплин, в том числе специальных, и самостоятельно изученной информации.

Основными задачами дисциплины является приобретение навыков планирования и выполнения научно-исследовательской работы; обработка, интерпретация и представление научных результатов; подготовка к выполнению выпускной квалификационной работы.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен обладать следующими компетенциями:**

- готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13);
- способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ПК-14);
- способностью планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-15);
- способностью моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности (ПК-16).

**Знать:**

- порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области;
- теоретические основы и методы математического моделирования химико-технологических процессов и систем, анализа и обработки информации и применять эти знания на практике;
- свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения научно-исследовательских задач;

**Уметь:**

- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;
- работать на современном лабораторном и компьютерном оборудовании, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать результаты;
- применять теоретические знания, полученные при изучении естественно-научных дисциплин и методы математического моделирования для анализа экспериментальных данных;

**Владеть:**

- способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ;

– способностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.

### 3. Краткое содержание дисциплины

В процессе освоения дисциплины обучающийся должен подготовить и представить к защите научно-исследовательскую работу (НИР), выполненную на современном уровне развития науки и техники и соответствующую выбранному направлению подготовки и программе обучения.

В представленной к защите НИР должны получить развитие знания и навыки, полученные обучающимся при освоении программы бакалавриата, в том числе при изучении специальных дисциплин. Представленная к защите НИР должна содержать основные теоретические положения, экспериментальные результаты, практические достижения и выводы по работе.

### 4. Объем научно-исследовательской работы

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3,0</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>3,0</b>	<b>108</b>
Контактная работа с преподавателем	3.0	108
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	-	-
<b>Вид итогового контроля: зачет с оценкой</b>	-	-

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3,0</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа (КР)</b>	<b>3,0</b>	<b>81</b>
Контактная работа с преподавателем	3.0	81
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	-	-
<b>Вид итогового контроля: зачет с оценкой</b>	-	-

### Аннотация рабочей программы

#### **Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (Б2.В.03(П))**

**1. Цель производственной практики** – получение обучающимся профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности путем самостоятельного творческого выполнения задач поставленных программой практики.

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

*Обладать* следующими общекультурными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями:

способностью систематизировать и обобщать информацию по формированию и использованию ресурсов предприятия (ПК-12);

научно-исследовательская деятельность:

готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13);

способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ПК-14);



способностью планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-15);

способностью моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности (ПК-16);

**Знать:**

-основные требования к обеспечению требуемых характеристик режимов работы технологического оборудования методы, средства технологии проектирования типовых технологических процессов теплоэнергетики и основные мероприятия по их совершенствованию;

-специфику научного знания в области техники и энергетики;

**Уметь:**

-приобретать систематические знания в выбранной области науки, анализировать возникающие в процессе научного исследования проблемы с точки зрения современных научных парадигм, осмысливать и делать обоснованные выводы из новой научной и учебной литературы, результатов экспериментов и математического моделирования.

-оценивать и представлять результаты выполненной работы

**Владеть:**

-навыками управления технологически процессами и производствами для совершенствования технологии производства

-систематизации информации, содержащейся в публичной отчетности организаций; способностью подготовки научно-экономических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований; оценивать и представлять результаты выполненной работы.

**3. Краткое содержание производственной практики**

Закрепление теоретических знаний полученных при изучении программы магистратуры. Получение практических навыков по организации исследовательских работ, в управлении коллективов исполнителей. Укрепление навыков научно-исследовательской деятельности.

**4. Объем производственной практики**

Виды учебной работы	Всего	
	Зачет. единиц	Академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3,0</b>	<b>108</b>
<b>Самостоятельная работа (СР), в том числе:</b>	<b>3,0</b>	<b>108</b>
Контактная самостоятельная работа		0,2
Самостоятельное выполнение разделов дисциплины	3,0	107,8
<b>Вид итогового контроля: зачет с оценкой</b>		

Виды учебной работы	Всего	
	Зачет. единиц	Астрон. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3,0</b>	<b>81</b>
<b>Самостоятельная работа (СР), в том числе:</b>	<b>3,0</b>	<b>81</b>
Контактная самостоятельная работа		0,15
Самостоятельное выполнение разделов дисциплины	3,0	80,85
<b>Вид итогового контроля: зачет с оценкой</b>		

## **Аннотация рабочей программы Преддипломная практика (Б2.В.04 (Пд))**

**1. Цель преддипломной практики** – о структуре организации и основных функциях исследовательских и управленческих подразделений, освоение нормативной документации и средств программного обеспечения исследовательского подразделения, приобретение опыта организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, обобщение и систематизация данных для выполнения выпускной квалификационной работы, развитие у обучающихся личностно-профессиональных качеств исследователя, подготовка, написание, оформление выпускной квалифицированной работы.

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

*Обладать* следующими профессиональными компетенциями:

способностью анализировать технологический процесс как объект управления (ПК - 9);

способностью проводить стоимостную оценку основных производственных ресурсов (ПК-10);

способностью организовывать работу исполнителей, находить и принимать управленческие решения в области организации труда и осуществлении природоохранных мероприятий (ПК-11);

способностью систематизировать и обобщать информацию по формированию и использованию ресурсов предприятия (ПК-12);

готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13);

способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ПК-14);

способностью планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-15);

способностью моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности (ПК-16);

**Знать:**

-некоторые методы разработки норм расхода топливно-энергетических ресурсов на производство и потребление энергии,

-методические подходы к процедурам подготовки и принятия решений организационно-управленческого характера,

-основные методики определения норм расхода топлива и энергии на осуществление теплотехнологических процессов и основные направления экономии энергоресурсов

**Уметь:**

-проводить анализ сильных и слабых сторон решения, взвешивать и анализировать возможности и риски, нести ответственность за принятые решения, в том числе в нестандартных ситуациях

-проводить оценку надёжности и эффективности работы теплотехнологического оборудования; формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов

**Владеть:**

-навыками обоснования и разработки технических заданий на разработку мероприятий по экономии энергоресурсов

-навыками применять методы автоматизированных систем управления технологическими процессами

### 3. Краткое содержание преддипломной практики

Модуль 1. Введение – цели и задачи преддипломной практики. Организационно-методические мероприятия.

Модуль 2. Организация и осуществление научно-исследовательской и производственной деятельности. Принципы, технологии, формы и методы организации и управления отдельными этапами и программами проведения научных исследований и технических разработок на примере организации научной работы организации (проблемной лаборатории, научной группы).

Модуль 3. Выполнение индивидуального задания. Обобщение и систематизация данных для выполнения выпускной квалификационной работы. Оформление отчета. Личное участие обучающегося в выполнении научно-исследовательских работ.

### 4. Объем преддипломной практики

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>9</b>	<b>324</b>
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>9</b>	<b>324</b>
Самостоятельное выполнение разделов дисциплины		<b>323,8</b>
Контактная самостоятельная работа		<b>0,2</b>
<b>Вид итогового контроля: зачет с оценкой</b>	-	-

Виды учебной работы	Всего	
	Зачет. единиц	Астрон. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>9,0</b>	<b>243</b>
<b>Самостоятельная работа (СР), в том числе:</b>	<b>9,0</b>	<b>243</b>
Самостоятельное выполнение разделов дисциплины	9,0	0,15
Контактная самостоятельная работа		242,85
<b>Вид итогового контроля: зачет с оценкой</b>		

#### 4.7 Аннотация рабочей программы

##### Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты (БЗ.Б.01)

**1. Цель государственной итоговой аттестации** – выявление уровня теоретической и практической подготовленности выпускника вуза к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, профиль «Энергоресурсосберегающие химические производства».

**2. В результате государственной итоговой аттестации – защиты выпускной квалификационной работы обучающийся по программе бакалавриата, должен обладать следующими общекультурными компетенциями:**

способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);

способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2);

способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-3);

способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-4);

способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);

способностью работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6);

способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-8);

способностью использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9);

**общефессиональными компетенциями:**

способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-1);

способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

способностью использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3);

**профессиональными компетенциями,** соответствующими видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа бакалавриата:

***организационно-управленческая деятельность:***

способностью анализировать технологический процесс как объект управления (ПК - 9);

способностью проводить стоимостную оценку основных производственных ресурсов (ПК-10);

способностью организовывать работу исполнителей, находить и принимать управленческие решения в области организации труда и осуществлении природоохранных мероприятий (ПК-11);

способностью систематизировать и обобщать информацию по формированию и использованию ресурсов предприятия (ПК-12);

***научно-исследовательская деятельность:***

готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13);

способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ПК-14);

способностью планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-15);

способностью моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности (ПК-16);

**Знать:**

– порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области;

– теоретические основы моделирования, оптимизации и управления энерго- и ресурсосберегающими химико-технологическими процессами и системами и применять эти знания на практике;

– основные требования к представлению результатов проведенного исследования в виде научного отчета, статьи или доклада;

**Уметь:**

– самостоятельно выявлять перспективные направления научных исследований, обосновывать актуальность, теоретическую и практическую значимость проблемы, проводить расчетно-экспериментальные исследования с использованием прикладного программного обеспечения, анализировать и интерпретировать полученные результаты;

– осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по теме выполняемой работы, в том числе с применением современных информационных технологий;

– работать на современных приборах, оборудовании, средствах компьютерной техники, организовывать проведение лабораторных и вычислительных экспериментов, проводить их обработку и анализировать результаты;

**Владеть:**

– методологией и методикой проведения научных исследований; навыками самостоятельной научной и исследовательской работы;

– навыками работы в коллективе, планировать и организовывать коллективные научные исследования; овладевать современными методами исследования и анализа поставленных проблем;

– способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ.

### 3. Краткое содержание государственной итоговой аттестации

Государственная итоговая аттестация обучающихся по программе бакалавриата проводится в форме защиты выпускной квалификационной работы (ВКР). Государственная итоговая аттестация в форме защиты ВКР проходит в 8 семестре на базе знаний, полученных студентами при изучении дисциплин направления 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии,

Государственная итоговая аттестация обучающихся по программе бакалавриата – защита выпускной квалификационной работы проводится государственной экзаменационной комиссией.

Контроль знаний обучающихся, полученных при освоении ООП, осуществляется путем проведения защиты ВКР и присвоения квалификации «бакалавр».

### 4. Объем государственной итоговой аттестации

Программа относится к базовой части учебного плана, к блоку — «Государственная итоговая аттестация» (Б3) и рассчитана на сосредоточенное прохождение в 8 семестре (4 курс) обучения в объеме 216 ч (6 ЗЕТ). Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области неорганической, органической, физической химии, процессов и аппаратов химической технологии (раздел гидродинамики), математического моделирования химико-технологических процессов, методов оптимизации и планирования эксперимента.

Виды учебной работы	В зач. ед.	В акад. часах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	-	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>162</b>
Выполнение, написание и оформление ВКР	6	216	162

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Перевод научно-технической литературы» (ФТД.В.01)

**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 по программе бакалавриата должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

– способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5).

– готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13);

**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:**

Введение. Предмет и роль перевода в современном обществе. Различные виды перевода. Задачи и место курса в подготовке бакалавра по направлению подготовки «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

*Модуль 1. Перевод предложений с видовременными формами Indefinite, Continuous.*

1.1. Сравнение порядка слов в английском и русском предложениях. Перевод простого повествовательного предложения настоящего, будущего и прошедшего времени.

Особенности перевода вопросительных и отрицательных предложений в различных временах.

1.2 Перевод предложений во времена Indefinite, Continuous. Чтение и перевод по теме "Химия".

*Модуль 2. Перевод предложений с использованием видовременных форм Perfect, Perfect Continuous.*

2.1. Перевод предложений во времена групп Perfect, Perfect Continuous (утвердительные, вопросительные и отрицательные формы). Особенности употребления вспомогательных глаголов.

2.2 Перевод страдательного залога. Трудные случаи перевода страдательного залога. Чтение и перевод текстов по теме «Наука и научные методы», «Технология». Активизация лексики прочитанных текстов.

2.3. Перевод придаточных предложений. Придаточные подлежащие. Придаточные сказуемые. Придаточные определительные. Придаточные обстоятельственные, придаточные дополнительные.

2.4. Типы условных предложений, правила и особенности их перевода. Практика перевода на примерах текстов «Химия будущего», «Д.И. Менделеев», «Наука и технология».

2.5. Перевод предложений с учетом правила согласования времен. Прямая и косвенная речь.

2.6. Различные варианты перевода существительного в предложении.

2.7. Модальные глаголы и особенности их перевода. Развитие навыков перевода по теме "Наука завтрашнего дня".

2.8. Специальная терминология по теме "Лаборатория".

2.9. Сокращения. Особенности их перевода. Развитие навыков перевода на примере текстов по теме «Лаборатория», «Измерения в химии».

*Модуль 3. Особенности перевода предложений с использованием неличных форм глагола.*

3.1. Неличные формы глагола. Инфинитив (неопределенная форма глагола). Роль инфинитива в предложении и варианты перевода на русский язык. Причастия и герундий.

3.2. Инфинитивные обороты. Оборот дополнение с инфинитивом. Варианты перевода на русский язык. Терминология по теме "Современные энерго- и ресурсосберегающие технологии".

3.3. Оборот подлежащее с инфинитивом. Различные варианты перевода. Терминология по теме "Химическая технология, нефтехимия и биотехнология".

3.4. Перевод причастных оборотов. Абсолютный причастный Оборот и варианты перевода. Развитие навыков перевода по теме "Биотехнология".

Общее количество модулей - 3.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1.8</b>	<b>64,4</b>
Лекции учебным планом не предусмотрены	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1.8	64,4
Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2.2</b>	<b>79,6</b>
Упражнения по соответствующим разделам дисциплины	2.2	79,6
<b>Вид контроля: зачёт с оценкой</b>		

Виды учебной работы	В зачетных	В астроном. часах
---------------------	------------	-------------------

	единицах	
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1.8</b>	<b>48</b>
Лекции учебным планом не предусмотрены	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1.8	48
Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2.2</b>	<b>60</b>
Упражнения по соответствующим разделам дисциплины	2.2	60
<b>Вид контроля: зачёт с оценкой</b>		

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях» (ФТД.В.02)**

**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.

Задача изучения сводится к формированию 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.

#### **1. В результате освоения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:**

Обладать следующими компетенциями:

- способностью использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9);

#### **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:**

- приемами 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.**

1. Опасности природного характера. Стихийные бедствия, явления природы разрушительной силы - землетрясения, наводнения, селевые потоки, оползни, снежные заносы, извержение вулканов, обвалы, засухи, ураганы, бури, пожары.



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.

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.

4. Пожарная безопасность – состояние защищенности населения, имущества, общества и государства от пожаров. Пожарная опасность (причины возникновения пожаров в зданиях, лесные пожары). Локализация и тушение пожаров. Простейшие технические средства пожаротушения (огнетушители ОП -8, ОУ-2) и правила пользования ими.

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-7В, 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, КИХ-4М, КИХ-5М) 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.

6. Оказание первой медицинской 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.

7. Ликвидация последствий чрезвычайной ситуации. Радиационная и химическая разведка очага поражения (заражения). Аварийно-спасательные работы. Специальная обработка техники, местности, объектов (деактивация, дегазация, дезинфекция, дезинсекция)

8. Экстренная эвакуация из аудитории (лаборатории) в условиях пожара, радиационного, химического, биологического загрязнения территории с использованием простейших средств защиты («Феникс», ГДЗК, противогаз ГП-7 с ДПГ-3).

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>0,44</b>	<b>16</b>
Лекции (Лек)	0,44	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,56</b>	<b>20</b>
Подготовка к контрольным работам	0,56	20
<b>Вид итогового контроля: зачет</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>0,44</b>	<b>12</b>

Лекции (Лек)	0,44	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,56</b>	<b>15</b>
Подготовка к контрольным работам	0,56	15
<b>Вид итогового контроля: зачет</b>	-	-

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Введение в математику» (ФТД.В.03)

#### 1. Цели и задачи дисциплины

**Целью дисциплины** является формирование у бакалавра базовых математических знаний, необходимых для дальнейшего изучения разделов высшей математики. А также, для изучения ряда общенаучных дисциплин и дисциплин профессионального цикла.

#### 2. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение курса Введение в математику при подготовке бакалавров по направлению 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, профиль «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика» способствует приобретению следующих компетенций:

##### 2.1. Общепрофессиональные:

– способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

##### 2.2. Профессиональные:

– способностью планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-15).

В результате изучения дисциплины студент должен:

##### **Знать:**

-основные методы исследования элементарных функций, их свойства и графики, тождественные преобразования алгебраических и тригонометрических выражений, способы решения уравнений и неравенств, элементы теории чисел, включая комплексные числа, и теории множеств, основы аналитической геометрии, векторной и линейной алгебры;

##### **Уметь:**

-приобретать новые математические знания, используя современные образовательные и информационные технологии, составлять математические модели типовых задач и находить способы их решений; уметь переводить на математический язык простейшие проблемы, поставленные в терминах других предметных областей, и использовать преимущества этой переформулировки для их решения;

##### **Владеть:**

-математической логикой, развитыми учебными навыками и готовностью к продолжению образования, умением читать и анализировать учебную математическую литературу, первичными навыками и методами решения математических задач дисциплин профессионального цикла и дисциплин профильной направленности.

#### 3. Краткое содержание дисциплины:

**Введение.** Предмет и методы математики. Описание основных разделов курса. Требования при изучении курса.

**Модуль 1. Элементы теории чисел и теории множеств. Действия над многочленами. Основные типы уравнений и неравенств, методы их решения.** Числа (целые, отрицательные, вещественные). Абсолютная величина действительного числа. Комплексные числа. Операции над ними. Множества и операции над ними. Элементы множества, подмножества. Числовые множества. Формулы Муавра и Эйлера.

Извлечение корня  $n$ -ой степени из комплексного числа. Решение уравнений квадратных и высших порядков. Рациональная дробь. Основная теорема алгебры. Тригонометрические уравнения и неравенства. Логарифмические уравнения и неравенства. Показательные уравнения и неравенства. Решение уравнений и неравенств смешанного типа.

**Модуль 2. Функции и их свойства. Простейшие элементарные функции. Некоторые вопросы планиметрии и стереометрии. Аналитическая геометрия.**

Понятия функции. Исследование функции. Способы задания функций. Обратные функции. Свойства элементарных функций. (линейные, квадратичные, степенные, показательные, логарифмические, тригонометрические и другие) Метод координат на плоскости. Декартова прямоугольная система координат, полярная система координат. Расстояние между двумя точками. Деление отрезка пополам. Угол между двумя прямыми на плоскости. Условия параллельности и перпендикулярности прямых. Уравнения прямой линии на плоскости: общее, с угловым коэффициентом, проходящей через данную точку в заданном направлении, проходящей через две данные точки. Расстояние от точки до прямой. Кривые второго порядка. Канонические уравнения и графики окружности, эллипса, гиперболы, параболы.

**Модуль 3. Векторная алгебра.** Векторы. Модуль вектора. Орты, направляющие косинусы. Операции над векторами. Скалярное произведение двух векторов. Векторное произведение двух векторов. Смешанное произведение трех векторов. Физическое и геометрическое приложение векторных произведений.

**Модуль 4. Линейная алгебра.** Матрицы. Операции над матрицами. Элементарные преобразования строк матрицы. Приведение матрицы к ступенчатому виду и виду Гаусса. Ранг матрицы. Определитель матрицы и его свойства. Обратная матрица. Решение систем линейных алгебраических уравнений (с помощью обратной матрицы, методом Гаусса, методом Крамера). Представление о линейных векторных пространствах. Собственные векторы и собственные значения матрицы.

**4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Всего		Семестр	
			1	
	в зачетных единицах	в академ. часах	в зачетных единицах	в академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>32</b>	<b>1</b>	<b>32</b>
Лекции (Лек)	0,5	16	0,5	16
Практические занятия (ПЗ)	0,5	16	0,5	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1</b>	<b>40</b>	<b>1</b>	<b>40</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,2	1	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		39,8		39,8
<b>Вид итогового контроля: экзамен/зачет</b>			<b>Зачет</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр	
			1	
	в зачетных единицах	в астроном. часах	в зачетных единицах	в астроном. часах

<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2</b>	<b>54</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>24</b>	<b>1</b>	<b>24</b>
Лекции (Лек)	0,5	12	0,5	12
Практические занятия (ПЗ)	0,5	12	0,5	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>30</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,15	1	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		29,85		29,85
<b>Вид итогового контроля: экзамен/зачет</b>			<b>Зачет</b>	

## 5. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА

### 5.1 Требования к кадровому обеспечению

Кадровое обеспечение программы бакалавриата соответствует требованиям ФГОС: Квалификация руководящих и научно-педагогических работников организации должна соответствовать квалификационным характеристикам, установленным в Едином квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и служащих, разделе "Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования", утвержденном приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 11 января 2011 г. N 1н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 23 марта 2011 г., регистрационный N 20237), и профессиональным стандартам (при наличии).

Доля штатных научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) должна составлять не менее 50 процентов от общего количества научно-педагогических работников организации.

В организации, реализующей программы бакалавриата, среднегодовой объем финансирования научных исследований на одного научно-педагогического работника (в приведенных к целочисленным значениям ставок) должен составлять величину не менее чем величина аналогичного показателя мониторинга системы образования, утверждаемого Министерством образования и науки Российской Федерации.

Требования к кадровым условиям реализации программы бакалавриата.

Реализация программы бакалавриата обеспечивается руководящими и научно-педагогическими работниками организации, а также лицами, привлекаемыми к реализации программы бакалавриата на условиях гражданско-правового договора.

Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), имеющих образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины (модуля), в общем числе научно-педагогических работников, реализующих программу бакалавриата, должна составлять не менее 70 процентов.

Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), имеющих ученую степень (в том числе ученую степень, присвоенную за рубежом и признаваемую в Российской Федерации) и (или) ученое звание (в том числе ученое звание, полученное за рубежом и признаваемое в Российской Федерации), в общем числе научно-педагогических работников, реализующих программу бакалавриата, должна быть не менее 65 процентов.

Доля работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) из числа руководителей и работников организаций, деятельность которых связана с направленностью (профилем) реализуемой программы бакалавриата (имеющих стаж

работы в данной профессиональной области не менее 3 лет) в общем числе работников реализующих программу бакалавриата, должна быть не менее 5 процентов.

Среднегодовое число публикаций научно-педагогических работников университета в расчете на 100 научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) составляет 6,2 в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science или Scopus или 62,4 в журналах, индексируемых в Российском индексе научного цитирования, или в научных рецензируемых изданиях, определенных в Перечне рецензируемых изданий согласно пункту 12 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2013, № 40, ст. 5074).

Подготовка бакалавров по направлению 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, профиль «Энергоресурсосберегающие химические производства» реализуется на факультете инженерной химии (на кафедре логистики и экономической информатики). Все научные руководители бакалавров имеют ученые степени и/или ученые звания и соответствуют приведенным выше требованиям.

## **5.2. Материально-техническое обеспечение**

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.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО специальные помещения должны представлять собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Специальные помещения должны быть укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие примерным программам дисциплин (модулей), рабочим учебным программам дисциплин (модулей). Перечень материально-технического обеспечения, необходимого для реализации программы бакалавриата, включает в себя лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием, в зависимости от степени сложности. Конкретные требования к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению определяются в примерных основных образовательных программах (приводится далее в п. 5.2.1 настоящей программы). Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Перечень материально-технического обеспечения включает в себя лекционные учебные аудитории (оборудованные видеопроекционным 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 аспирантов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и 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.

Материально-техническое обеспечение ООП бакалавриата по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии профилю «Энергоресурсосберегающие химические производства», реализуемому на кафедре логистики и экономической информатики (ЛогЭКИ), включает:

#### **5.2.1. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Учебный процесс на кафедре Логистики и экономической информатики (ЛогЭКИ) ориентирован на работу студентов в компьютерных классах. В соответствии с учебными программами дисциплин, входящих в учебные планы бакалавров, магистрантов и аспирантов кафедры, все рефераты, расчетно-графические и курсовые работы, КНИРС по направлению подготовки, курсовые проекты и дипломные работы бакалавров и магистров, НИР магистрантов и аспирантов выполняются студентами и аспирантами кафедры с использованием ПК, локальной сети кафедры Логистики и Интернет.

В учебном процессе для чтения лекций используются ноутбуки и 2 мультимедийных проектора, а также учебный сайт РХТУ им. Д.И. Менделеева, доступный по адресу: <http://moodle.muctr.ru>. Здесь по ряду дисциплин размещены тексты лекций, раздаточные материалы, примеры выполнения контрольных заданий. Открыт форум по организации и содержанию курсов. Кроме того, на сайте размещается вся важная информация кафедры ЛогЭКИ.

На указанном сайте проводится электронное тестирование в том числе:

- текущее электронное тестирование в семестре при прохождении студентами контрольных точек по ряду дисциплин.

- экзаменационное тестирование по ряду дисциплин (вопрос №1 экзаменационного билета).

**Число современных персональных компьютеров в компьютерных классах (ауд. №163 и ауд. №422) и кабинетах (ауд. №162 и ауд. №291) кафедры Логистики и экономической информатики с установленным ПО – Пакет Microsoft 365 (Word, Excel, PowerPoint, Access), SMath Studio, Scilab и GNU Octave, Python – 27.**

#### **Уровень информатизации учебного процесса на кафедре в компьютерных классах:**

<b>Параметр</b>	<b>Показатель</b>
Общее количество единиц вычислительной техники	20
Из них с процессорами Pentium – II и выше	20
Количество компьютерных классов	2

Наименование ПК, их количество:

12 компьютеров NORBEL в комплекте (G2120/8Gb/500)

8 компьютеров Norbel G4320 Haswell (клавиатура Genius, мышь, фильтр)

8 мониторов LCD LG 21.5"

*Помимо ПК к локальной сети кафедры подключено следующее оборудование (5 единиц):*

Экран для проектора 120\*1,8,25-25

Проектор EPSON EMP-1815

Сервер HP Proliant ML 370T05

Принтер HP Color LaserJet 5550

#### **5.2.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; учебные фильмы к разделам дисциплин.

### **5.3. Учебно-методическое обеспечение**

Для реализации основной образовательной программы подготовки по программе бакалавриата по направлению 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, профиль «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика» 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 бакалавриата образовательного процесса по всем дисциплинам основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, профиль «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика».

Фонд ИБЦ укомплектован печатными и /или электронными изданиями основной учебной литературы по всем учебным курсам, дисциплинам (модулям) согласно ФГОС ВО по направлению 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 составляет 1 708 372 экз.

Обучающиеся обеспечены учебными 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, и изданной за последние 10 лет.

Каждый обучающийся по основной образовательной программе обеспечен не менее чем одним учебным и одним учебно-методическим печатным и/или электронным изданием по каждой дисциплине профессионального цикла, входящей в образовательную программу.

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 и 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

Электронные информационные ресурсы, профессиональные БД и справочные системы, доступные пользователям РХТУ им. Д.И. Менделеева в 2019 году

№	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	ЭБС «Лань»	<p>Принадлежность - сторонняя  Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-827/2018 от 26.09.2018 г.  С «26» сентября 2018г. по «25» сентября 2019г.  Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>  Сумма договора – 357 000-00  Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>	<p>Электронно-библиотечная система издательства "Лань" — ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. ЭБС «ЛАНЬ» предоставляет пользователям мобильное приложение для iOS и Android, в которых интегрированы бесплатные сервисы для незрячих студентов и синтезатор речи.  <b>Коллекции:</b> «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", Национальный Открытый Университет"ИНТУИТ", "Инженерно-технические науки" изд-ва "Лань".</p>



2.	<p>Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)</p>	<p>Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a> Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>	<p>Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.</p>
3	<p>Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».</p>	<p>Принадлежность сторонняя. Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 111-142ЭА/2018 от 18.12.2018 г. Сумма договора – 547 511 руб. С «01» января.2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a> Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.</p>	<p>Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД</p>
4	<p>Электронная библиотека диссертаций (ЭБД).</p>	<p>Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – РГБ, Договор № 29.01-Р-2.0-826/2018 от 03.10.2018 г. С «15» октября 2018 г. по «14» июля 2019 г. Сумма договора - 299130-00 Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru/">http://diss.rsl.ru/</a> 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	<p>ЭБС «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru».</p>	<p>Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ», договор № 29.01-Р-2.0-1020/2018 от 07.12.2018 г.</p>	<p>Электронные версии периодических и непериодических изданий по</p>

		<p>С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г.  Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>  Сумма договора - 934 693-00  Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>	различным отраслям науки
6	БД ВИНТИ РАН	<p>Принадлежность сторонняя  Договор № 5Д/2018 от 01.02.2018 г.  Сумма договора - 24000-00  С «02» февраля 2018 г. по «05» мая 2019 г  Ссылка на сайт- <a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a>  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>
7	Справочно-правовая система «Консультант+»,	<p>Принадлежность сторонняя,  Договор № 45-70ЭА/2018 от 09.07.2018 г.  С «10» июля 2018 г. по «09» июля 2019 г.  Сумма договора-  Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
8	Справочно-правовая система «Гарант»	<p>Принадлежность сторонняя  Договор №145-188ЭА/2018 г. от 28.01.2019 г.  С «28» января 2019 г. по «27» января 2020 г.  Ссылка на сайт – <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a></p>	Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.

		Сумма договора - 512000-00 Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.	
9	Издательство Wiley	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор №  Ссылка на сайт – <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a> Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip- адресам неограничен.	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.
10	QUESTEL ORBIT	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор №  Ссылка на сайт – <a href="http://www.questel.orbit.com">http://www.questel.orbit.com</a> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip- адресам неограничен.	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.
11	ProQuest Dissertation and Theses Global	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор №  Ссылка на сайт – <a href="http://www.proquest.com/products-services/pqdtglobal.html">http://www.proquest.com/products -services/pqdtglobal.html</a> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip- адресам неограничен.	База данных ProQuest Dissertation & Theses Global (PQDT Global) авторитетная коллекция из более 3,5 млн. зарубежных диссертаций, более 1,7 млн. из которых представлены в полном тексте.
12	American Chemical Society	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор №  Ссылка на сайт – <a href="http://www.acs.org/content/acs/en.html">http://www.acs.org/content/acs/en. html</a> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-	Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society

		адресам неограничен.	
13	American Institute of Physics (AIP)	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор №  Ссылка на сайт – <a href="http://scitation.aip.org/">http://scitation.aip.org/</a> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP)
14	Science – научный журнал (электронная версия научной базы данных SCIENCE ONLINE-SCIENCE NOW) компании The American Association for Advancement of Science	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор №  Ссылка на сайт – <a href="http://www.sciencemag.org/">http://www.sciencemag.org/</a> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Science – один из самых авторитетных американских научно-популярных журналов. Новости науки и техники, передовые технологии, достижения прогресса, обсуждение актуальных проблем и многое другое.
15	Scopus	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор №  Ссылка на сайт – <a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a> . Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства <b>ELSEVIER</b>
16	Ресурсы международной компании Clarivate Analytics	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор №  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> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Открыт доступ к ресурсам: <b>WEB of SCIENCE</b> – реферативная и наукометрическая база данных. <b>MEDLINE</b> – реферативная база данных по медицине.

17	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество)	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор №  Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. <a href="http://pubs.rsc.org/">http://pubs.rsc.org/</a>	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.
18.	Электронные ресурсы издательства SpringerNature	Принадлежность – сторонняя  Письмо РФФИ .(журналы)  Договор № (книги)  Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Полнотекстовая коллекция электронных журналов и книг издательства Springer по различным отраслям знаний.</li> <li>- Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group</li> <li>- Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols</li> <li>- Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database)</li> <li>- Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме</li> <li>- Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH</li> </ul>
19.	База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор №  Ссылка на сайт – <a href="https://scifinder.cas.org">https://scifinder.cas.org</a> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.	SciFinder — это поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина,

			фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.
20	Издательство Elsevier на платформе ScienceDirect	<p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор №</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.</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 2014-2018гг.</p>
21	ЭБС «Лань»	<p>Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-1299/2018 от 06.03.2019 г.</p> <p>С «06» марта 2019г. по «25» сентября 2019г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Сумма договора – 73 247-39</p> <p>Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>	Коллекция книг по техническим наукам.

22	ЭБС «ЮРАЙТ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора – ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ», Договор № №29.01- 3-2.0-1168/2018 от 11.01.2019 г. С «11» января 2019 г. по «»10» января 2020 г. Ссылка на сайт ЭБС - <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a> Сумма договора – 220 000-00 руб. Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	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.
----	-------------	--	---

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов.
<a href="#">Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996</a>
<a href="#">Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005</a>
<a href="#">Архив издательства Института физики (Великобритания). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999</a>
<a href="#">Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010</a>
<a href="#">Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995</a>
<a href="#">Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998</a>
<a href="#">Архив издательства Taylor &amp; Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997</a>
<a href="#">Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive (CJDA)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011</a>
<a href="#">Архив журналов Королевского химического общества(RSC). 1841-2007</a>
<a href="#">Архив коллекции журналов Американского геофизического союза (AGU), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996</a>

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

1. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>  
Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.
2. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>  
В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.
3. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>  
База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.
4. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>  
Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.
5. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>  
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.
6. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>  
Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.
7. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>  
ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).
8. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>  
PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы



размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

9. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>

Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.

10. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>

Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС) [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru)

Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня.

#### **5.4. Контроль качества освоения программы бакалавриата. Оценочные средства**

Контроль качества освоения программы бакалавриата включает в себя текущий контроль успеваемости, промежуточную и итоговую (государственную итоговую) аттестацию обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплин и прохождения практик, промежуточная аттестация обучающихся – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплинам, прохождения практик, выполнения научных исследований.

Перечень оценочных средств включают: контрольные вопросы и типовые задания для практических занятий, контрольных работ, зачетов и экзаменов, примерную тематику рефератов, курсовых работ; иные формы контроля, позволяющие оценить степень сформированности компетенций обучающихся. Оценочные средства представлены в рабочих программах дисциплин.

Государственная итоговая аттестация обучающегося является обязательной и осуществляется после освоения программы бакалавриата в полном объеме. Государственная итоговая аттестация включает подготовку и защиту выпускной квалификационной работы.

### **6 Рабочие программы дисциплин**

Рабочие программы дисциплин:

1. Иностранный язык (Б1.Б.1)
2. Философия (Б1.Б.2)
3. История (Б1.Б.3)

4. Физическая культура и спорт (Б1.Б.4)
5. Математика (Б1.Б.5)
6. Информатика (Б1.Б.6)
7. Физика (Б1.Б.7)
8. Общая и неорганическая химия (Б1.Б.8)
9. Органическая химия (Б1.Б.9)
10. Физическая химия (Б1.Б.10)
11. Коллоидная химия (Б1.Б.11)
12. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа (Б1.Б.12)
13. Инженерная графика (Б1.Б.13)
14. Безопасность жизнедеятельности (Б1.Б.14)
15. Процессы и аппараты химической технологии (Б1.Б.15)
16. Общая химическая технология (Б1.Б.16)
17. Системы управления химико-технологическими процессами (Б1.Б.17)
18. Основы экономики и управления производством (Б1.В.ОД.1)
19. Правоведение в энергоресурсосберегающих химических производствах (Б1.В.ОД.2)
20. Теория вероятностей и математическая статистика в энергоресурсосберегающих химических производствах (Б1.В.ОД.3)
21. Начертательная геометрия (Б1.В.ОД.4)
22. Вычислительная математика в энергоресурсосберегающих химических производствах (Б1.В.ОД.5)
23. Основы менеджмента и маркетинга (Б1.В.ОД.6)
24. Материаловедение и защита от коррозии для энергоресурсосберегающих химических производств (Б1.В.ОД.7)
25. Инструментальные методы химического анализа для энергосберегающих химических производств (Б1.В.ОД.8)
26. Моделирование химико-технологических процессов в энергоресурсосберегающих химических производствах (Б1.В.ОД.9)
27. Органическая химия в энергоресурсосберегающих химических производствах (Б1.В.ОД.10)
28. Физическая химия основных процессов энергоресурсоэффективных производств (Б1.В.ОД.11)
29. Лабораторный практикум по органической химии (Б1.В.ОД.12)
30. Лабораторные работы по физической химии основных процессов энергоресурсоэффективных производств (Б1.В.ОД.13)
31. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам химической технологии (Б1.В.ОД.14)
32. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии (Б1.В.ОД.15)
33. Лабораторный практикум по цифровизации химических технологий (Б1.В.ОД.16)
34. Курсовой проект по основам энергоресурсосберегающих химических производств (Б1.В.ОД.17)
35. Электротехника и промышленная электроника (Б1.В.ОД.18)
36. Прикладная механика в энергоресурсосберегающих химических производствах (Б1.В.ОД.19)
37. Элективные курсы по физической культуре и спорту (Б1.В.ОД.20)
38. Экология (Б1.В.ДВ.1.1)
39. Экология химических предприятий (Б1.В.ДВ.1.2)
40. Исследование операций в химической технологии (Б1.В.ДВ.2.1)
41. Методы решения задач нелинейного программирования в химической технологии (Б1.В.ДВ.2.2)
42. Информатизация химико-технологических систем (Б1.В.ДВ.3.1)

43. Принципы организации и управления энергоресурсосберегающими химико-технологическими системами (Б1.В.ДВ.3.2)
44. Надежность и эффективность химических производств (Б1.В.ДВ.4.1)
45. Методы оптимизации сложных химико-технологических систем (Б1.В.ДВ.4.2)
46. Дискретная математика в химической технологии (Б1.В.ДВ.5.1)
47. Методы комбинаторной оптимизации в химической технологии (Б1.В.ДВ.5.2)
48. Теоретические основы энергоресурсосберегающих химико-технологических систем (Б1.В.ДВ.6.1)
49. Стратегическое управление энергосбережением в региональных промышленных комплексах (Б1.В.ДВ.6.2)
50. Пинч-анализ и оптимизация энергоэффективности химических производств (Б1.В.ДВ.7.1)
51. Оценка воздействия химических производств на окружающую среду (Б1.В.ДВ.7.2)
52. Основы инжиниринга энергоресурсосберегающих химико-технологических систем (Б1.В.ДВ.8.1)
53. CALS-технологии управления жизненным циклом химической продукции (Б1.В.ДВ.8.2)
54. Логистика энергоресурсосберегающих химических производств (Б1.В.ДВ.9.1)
55. Управление запасами в цепях поставок энергоресурсосберегающих химических предприятий (Б1.В.ДВ.9.2)
56. Информационные системы логистического управления ресурсами предприятий (Б1.В.ДВ.10.1)
57. Логистические системы энергоресурсосберегающих химических предприятий (Б1.В.ДВ.10.2)
58. Наилучшие доступные энергоресурсосберегающие технологии (Б1.В.ДВ.11.1)
59. Энергоресурсоэффективные нефтеперерабатывающие производства (Б1.В.ДВ.11.2)
60. Энергоэффективность и энергетический аудит химико-технологических систем (Б1.В.ДВ.12.1)
61. Контроллинг энергоресурсосбережения в цепях поставок (Б1.В.ДВ.12.2)
62. Анализ и синтез химико-технологических систем (Б1.В.ДВ.13.1)
63. Синтез оптимальных систем разделения химических предприятий (Б1.В.ДВ.13.2)
64. Управление цепями поставок энергоресурсоэффективных химических предприятий (Б1.В.ДВ.14.1)
65. Стратегии управления цепями поставок на предприятиях нефтегазохимического комплекса (НГХК) (Б1.В.ДВ.14.2)
66. Проектирование энергоресурсосберегающих химических производств (Б1.В.ДВ.15.1)
67. Экономические основы логистики энергоресурсосберегающих химических производств (Б1.В.ДВ.15.2)

#### **Рабочие программы практик**

68. Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков (Б2.В.01 (У))
69. Производственная практика: научно-исследовательская работа (Б2.В.02 (Н))
70. Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (Б2.В.03(П))
71. Преддипломная практика (Б2.В.04 (Пд))

#### **72. Государственная итоговая аттестации. Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты (Б3.Б.01)**

#### **Факультативов**

73. Перевод научно-технической литературы (ФТД.В.01)
74. Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях (ФТД.В.02)
75. Введение в математику (ФТД.В.03),

входящих в ООП по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, профиль «Энергоресурсосберегающие химические производства», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

## 7 Оценочные материалы

Оценочные материалы по дисциплинам:

1. Иностранный язык (Б1.Б.1)
2. Философия (Б1.Б.2)
3. История (Б1.Б.3)
4. Физическая культура и спорт (Б1.Б.4)
5. Математика (Б1.Б.5)
6. Информатика (Б1.Б.6)
7. Физика (Б1.Б.7)
8. Общая и неорганическая химия (Б1.Б.8)
9. Органическая химия (Б1.Б.9)
10. Физическая химия (Б1.Б.10)
11. Коллоидная химия (Б1.Б.11)
12. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа (Б1.Б.12)
13. Инженерная графика (Б1.Б.13)
14. Безопасность жизнедеятельности (Б1.Б.14)
15. Процессы и аппараты химической технологии (Б1.Б.15)
16. Общая химическая технология (Б1.Б.16)
17. Системы управления химико-технологическими процессами (Б1.Б.17)
18. Основы экономики и управления производством (Б1.В.ОД.1)
19. Правоведение в энергоресурсосберегающих химических производствах (Б1.В.ОД.2)
20. Теория вероятностей и математическая статистика в энергоресурсосберегающих химических производствах (Б1.В.ОД.3)
21. Начертательная геометрия (Б1.В.ОД.4)
22. Вычислительная математика в энергоресурсосберегающих химических производствах (Б1.В.ОД.5)
23. Основы менеджмента и маркетинга (Б1.В.ОД.6)
24. Материаловедение и защита от коррозии для энергоресурсосберегающих химических производств (Б1.В.ОД.7)
25. Инструментальные методы химического анализа для энергосберегающих химических производств (Б1.В.ОД.8)
26. Моделирование химико-технологических процессов в энергоресурсосберегающих химических производствах (Б1.В.ОД.9)
27. Органическая химия в энергоресурсосберегающих химических производствах (Б1.В.ОД.10)
28. Физическая химия основных процессов энергоресурсоэффективных производств (Б1.В.ОД.11)
29. Лабораторный практикум по органической химии (Б1.В.ОД.12)
30. Лабораторные работы по физической химии основных процессов энергоресурсоэффективных производств (Б1.В.ОД.13)
31. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам химической технологии (Б1.В.ОД.14)
32. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии (Б1.В.ОД.15)
33. Лабораторный практикум по цифровизации химических технологий (Б1.В.ОД.16)
34. Курсовой проект по основам энергоресурсосберегающих химических производств (Б1.В.ОД.17)

35. Электротехника и промышленная электроника (Б1.В.ОД.18)
36. Прикладная механика в энергоресурсосберегающих химических производствах (Б1.В.ОД.19)
37. Элективные курсы по физической культуре и спорту (Б1.В.ОД.20)
38. Экология (Б1.В.ДВ.1.1)
39. Экология химических предприятий (Б1.В.ДВ.1.2)
40. Исследование операций в химической технологии (Б1.В.ДВ.2.1)
41. Методы решения задач нелинейного программирования в химической технологии (Б1.В.ДВ.2.2)
42. Информатизация химико-технологических систем (Б1.В.ДВ.3.1)
43. Принципы организации и управления энергоресурсосберегающими химико-технологическими системами (Б1.В.ДВ.3.2)
44. Надежность и эффективность химических производств (Б1.В.ДВ.4.1)
45. Методы оптимизации сложных химико-технологических систем (Б1.В.ДВ.4.2)
46. Дискретная математика в химической технологии (Б1.В.ДВ.5.1)
47. Методы комбинаторной оптимизации в химической технологии (Б1.В.ДВ.5.2)
48. Теоретические основы энергоресурсосберегающих химико-технологических систем (Б1.В.ДВ.6.1)
49. Стратегическое управление энергосбережением в региональных промышленных комплексах (Б1.В.ДВ.6.2)
50. Пинч-анализ и оптимизация энергоэффективности химических производств (Б1.В.ДВ.7.1)
51. Оценка воздействия химических производств на окружающую среду (Б1.В.ДВ.7.2)
52. Основы инжиниринга энергоресурсосберегающих химико-технологических систем (Б1.В.ДВ.8.1)
53. CALS-технологии управления жизненным циклом химической продукции (Б1.В.ДВ.8.2)
54. Логистика энергоресурсосберегающих химических производств (Б1.В.ДВ.9.1)
55. Управление запасами в цепях поставок энергоресурсосберегающих химических предприятий (Б1.В.ДВ.9.2)
56. Информационные системы логистического управления ресурсами предприятий (Б1.В.ДВ.10.1)
57. Логистические системы энергоресурсосберегающих химических предприятий (Б1.В.ДВ.10.2)
58. Наилучшие доступные энергоресурсосберегающие технологии (Б1.В.ДВ.11.1)
59. Энергоресурсоэффективные нефтеперерабатывающие производства (Б1.В.ДВ.11.2)
60. Энергоэффективность и энергетический аудит химико-технологических систем (Б1.В.ДВ.12.1)
61. Контроллинг энергоресурсосбережения в цепях поставок (Б1.В.ДВ.12.2)
62. Анализ и синтез химико-технологических систем (Б1.В.ДВ.13.1)
63. Синтез оптимальных систем разделения химических предприятий (Б1.В.ДВ.13.2)
64. Управление цепями поставок энергоресурсоэффективных химических предприятий (Б1.В.ДВ.14.1)
65. Стратегии управления цепями поставок на предприятиях нефтегазохимического комплекса (НГХК) (Б1.В.ДВ.14.2)
66. Проектирование энергоресурсосберегающих химических производств (Б1.В.ДВ.15.1)
67. Экономические основы логистики энергоресурсосберегающих химических производств (Б1.В.ДВ.15.2)

#### **Практик**

68. Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков (Б2.В.01 (У))
69. Производственная практика: научно-исследовательская работа (Б2.В.02 (Н))

70. Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (Б2.В.03(П))

71. Преддипломная практика (Б2.В.04 (Пд))

**72. Государственная итоговая аттестации. Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты (Б3.Б.01) (Б3.Б.01)**

#### **Факультативов**

73.Перевод научно-технической литературы (ФТД.В.01)

74.Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях (ФТД.В.02)

75. Введение в математику (ФТД.В.03),

входящих в ООП по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, профиль «Энергоресурсосберегающие химические производства», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

## **8 Методические материалы по дисциплинам**

Методические материалы по дисциплинам:

1. Иностранный язык (Б1.Б.1)
2. Философия (Б1.Б.2)
3. История (Б1.Б.3)
4. Физическая культура и спорт (Б1.Б.4)
5. Математика (Б1.Б.5)
6. Информатика (Б1.Б.6)
7. Физика (Б1.Б.7)
8. Общая и неорганическая химия (Б1.Б.8)
9. Органическая химия (Б1.Б.9)
10. Физическая химия (Б1.Б.10)
11. Коллоидная химия (Б1.Б.11)
12. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа (Б1.Б.12)
13. Инженерная графика (Б1.Б.13)
14. Безопасность жизнедеятельности (Б1.Б.14)
15. Процессы и аппараты химической технологии (Б1.Б.15)
16. Общая химическая технология (Б1.Б.16)
17. Системы управления химико-технологическими процессами (Б1.Б.17)
18. Основы экономики и управления производством (Б1.В.ОД.1)
19. Правоведение в энергоресурсосберегающих химических производствах (Б1.В.ОД.2)
20. Теория вероятностей и математическая статистика в энергоресурсосберегающих химических производствах (Б1.В.ОД.3)
21. Начертательная геометрия (Б1.В.ОД.4)
22. Вычислительная математика в энергоресурсосберегающих химических производствах (Б1.В.ОД.5)
23. Основы менеджмента и маркетинга (Б1.В.ОД.6)
24. Материаловедение и защита от коррозии для энергоресурсосберегающих химических производств (Б1.В.ОД.7)
25. Инструментальные методы химического анализа для энергосберегающих химических производств (Б1.В.ОД.8)
26. Моделирование химико-технологических процессов в энергоресурсосберегающих химических производствах (Б1.В.ОД.9)
27. Органическая химия в энергоресурсосберегающих химических производствах (Б1.В.ОД.10)

28. Физическая химия основных процессов энергоресурсоэффективных производств (Б1.В.ОД.11)
29. Лабораторный практикум по органической химии (Б1.В.ОД.12)
30. Лабораторные работы по физической химии основных процессов энергоресурсоэффективных производств (Б1.В.ОД.13)
31. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам химической технологии (Б1.В.ОД.14)
32. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии (Б1.В.ОД.15)
33. Лабораторный практикум по цифровизации химических технологий (Б1.В.ОД.16)
34. Курсовой проект по основам энергоресурсосберегающих химических производств (Б1.В.ОД.17)
35. Электротехника и промышленная электроника (Б1.В.ОД.18)
36. Прикладная механика в энергоресурсосберегающих химических производствах (Б1.В.ОД.19)
37. Элективные курсы по физической культуре и спорту (Б1.В.ОД.20)
38. Экология (Б1.В.ДВ.1.1)
39. Экология химических предприятий (Б1.В.ДВ.1.2)
40. Исследование операций в химической технологии (Б1.В.ДВ.2.1)
41. Методы решения задач нелинейного программирования в химической технологии (Б1.В.ДВ.2.2)
42. Информатизация химико-технологических систем (Б1.В.ДВ.3.1)
43. Принципы организации и управления энергоресурсосберегающими химико-технологическими системами (Б1.В.ДВ.3.2)
44. Надежность и эффективность химических производств (Б1.В.ДВ.4.1)
45. Методы оптимизации сложных химико-технологических систем (Б1.В.ДВ.4.2)
46. Дискретная математика в химической технологии (Б1.В.ДВ.5.1)
47. Методы комбинаторной оптимизации в химической технологии (Б1.В.ДВ.5.2)
48. Теоретические основы энергоресурсосберегающих химико-технологических систем (Б1.В.ДВ.6.1)
49. Стратегическое управление энергосбережением в региональных промышленных комплексах (Б1.В.ДВ.6.2)
50. Пинч-анализ и оптимизация энергоэффективности химических производств (Б1.В.ДВ.7.1)
51. Оценка воздействия химических производств на окружающую среду (Б1.В.ДВ.7.2)
52. Основы инжиниринга энергоресурсосберегающих химико-технологических систем (Б1.В.ДВ.8.1)
53. CALS-технологии управления жизненным циклом химической продукции (Б1.В.ДВ.8.2)
54. Логистика энергоресурсосберегающих химических производств (Б1.В.ДВ.9.1)
55. Управление запасами в цепях поставок энергоресурсосберегающих химических предприятий (Б1.В.ДВ.9.2)
56. Информационные системы логистического управления ресурсами предприятий (Б1.В.ДВ.10.1)
57. Логистические системы энергоресурсосберегающих химических предприятий (Б1.В.ДВ.10.2)
58. Наилучшие доступные энергоресурсосберегающие технологии (Б1.В.ДВ.11.1)
59. Энергоресурсоэффективные нефтеперерабатывающие производства (Б1.В.ДВ.11.2)
60. Энергоэффективность и энергетический аудит химико-технологических систем (Б1.В.ДВ.12.1)
61. Контроллинг энергоресурсосбережения в цепях поставок (Б1.В.ДВ.12.2)
62. Анализ и синтез химико-технологических систем (Б1.В.ДВ.13.1)
63. Синтез оптимальных систем разделения химических предприятий (Б1.В.ДВ.13.2)

64. Управление цепями поставок энергоресурсоэффективных химических предприятий (Б1.В.ДВ.14.1)
65. Стратегии управления цепями поставок на предприятиях нефтегазохимического комплекса (НГХК) (Б1.В.ДВ.14.2)
66. Проектирование энергоресурсосберегающих химических производств (Б1.В.ДВ.15.1)
67. Экономические основы логистики энергоресурсосберегающих химических производств (Б1.В.ДВ.15.2)

#### **Практик**

68. Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков (Б2.В.01 (У))
69. Производственная практика: научно-исследовательская работа (Б2.В.02 (Н))
70. Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (Б2.В.03(П))
71. Преддипломная практика (Б2.В.04 (Пд))

**72. Государственная итоговая аттестации. Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты (Б3.Б.01) (Б3.Б.01)**

#### **Факультативов**

73. Перевод научно-технической литературы (ФТД.В.01)
74. Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях (ФТД.В.02)
74. Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях (ФТД.В.02)
75. Введение в математику (ФТД.В.03),

входящих в ООП по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, профиль «Энергоресурсосберегающие химические производства», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.





Органическая химия						+	+						+	+							
Физическая химия													+	+							
Коллоидная химия													+	+							
Аналитическая химия и физико-химические методы анализа													+	+							
Инженерная графика							+														
Безопасность жизнедеятельности						+	+		+					+							
Процессы и аппараты химической технологии													+	+							
Общая химическая технология													+								
Системы управления химико-технологическими процессами													+								
Основы экономики и управления производством				+												+					
Правоведение в энергоресурсосберегающих химических производствах					+												+				
Теория вероятностей и математическая статистика в энергоресурсосберегающих химических производствах													+								+

Начертательная геометрия									+					+					+				
Вычислительная математика в энергоресурсосберегающих химических производствах														+								+	
Основы менеджмента и маркетинга																			+				
Материаловедение и защита от коррозии для энергоресурсосберегающих химических производств														+					+				
Инструментальные методы химического анализа для энергосберегающих химических производств																				+	+		
Моделирование химико-технологических процессов в энергоресурсосберегающих химических производствах														+					+	+	+	+	+
Органическая химия в энергоресурсосберегающих химических производствах																				+		+	
Физическая химия основных процессов энергоресурсоэффективных производств														+	+							+	

Лабораторный практикум по органической химии																			+		+		
Лабораторные работы по физической химии основных процессов энергоресурсоэффективных производств												+	+									+	
Лабораторный практикум по процессам и аппаратам химической технологии												+	+									+	
Проектирование процессов и аппаратов химической технологии																						+	
Лабораторный практикум по цифровизации химических технологий														+						+	+	+	+
Курсовой проект по основам энергоресурсосберегающих химических производств														+						+	+	+	+
Электротехника и промышленная электроника												+	+									+	
Прикладная механика в энергоресурсосберегающих химических производствах												+										+	
Элективные курсы по физической культуре и спорту									+	+													

Экология / Экология химических предприятий													+				+				
													/				/				
													+ /				+ /				
Исследование операций в химической технологии / Методы решения задач нелинейного программирования в химической технологии													+		+					+	
													/		/					/	
													+		+					+	
Информатизация химико-технологических систем/ Принципы организации и управления энергоресурсосберегающими химико-технологическими системами															+ /				+ /	+ /	
															/				/	/	
															+				+	+	
Надежность и эффективность химических производств/ Методы оптимизации сложных химико-технологических систем															+ /			+			+
															/			/		/	
															+			+		+	
Дискретная математика в химической технологии/ Методы комбинаторной оптимизации в химической технологии													+						+		
													/					/		/	
													+					+		+	
Теоретические основы														+	+		+	+			+

энергоресурсосберегающих химико-технологических систем/ Стратегическое управление энергосбережением в региональных промышленных комплексах													/	/		/	/			/
													+	+		+	+			+
Пинч-анализ и оптимизация энергоэффективности химических производств / Оценка воздействия химических производств на окружающую среду												+	/				+	/		+
												+					+			+
Основы инжиниринга энергоресурсосберегающих химико-технологических систем/ CALS-технологии управления жизненным циклом химической продукции												+	/			+	/			+
												+				+				+
Логистика энергоресурсосберегающих химических производств/ Управление запасами в цепях поставок энергоресурсосберегающих химических предприятий														+		+	+	+		
														/		/	/	/		
													+			+	+	+		
Информационные системы логистического управления ресурсами предприятий/ Логистические системы энергоресурсосберегающих химических предприятий													+			+				
													/			/				
													+			+				

Наилучшие доступные энергоресурсосберегающие технологии/ Энергоресурсоэффективные нефтеперерабатывающие производства														+				+			
														/				/			
														+				+			
Энергоэффективность и энергетический аудит химико-технологических систем/ Контролинг энергоресурсосбережения в цепях поставок														+					+		
														/				/			
														+					+		
Анализ и синтез химико-технологических систем/ Синтез оптимальных систем разделения химических предприятий														+				+	+		
														/				/			
														+				+	+		
Управление цепями поставок энергоресурсоэффективных химических предприятий/ Стратегии управления цепями поставок на предприятиях нефтегазохимического комплекса (НГХК)																		+/ +	+/ +		
Проектирование энергоресурсосберегающих химических производств/ Экономические основы логистики энергоресурсосберегающих														+				+			+
														/				/			/
														+				+			+

химических производств																				
<b>Практики</b>	<b>ОК-1</b>	<b>ОК-2</b>	<b>ОК-3</b>	<b>ОК-4</b>	<b>ОК-5</b>	<b>ОК-6</b>	<b>ОК-7</b>	<b>ОК-8</b>	<b>ОК-9</b>	<b>ОПК-1</b>	<b>ОПК-2</b>	<b>ОПК-3</b>	<b>ПК-9</b>	<b>ПК-10</b>	<b>ПК-11</b>	<b>ПК-12</b>	<b>ПК-13</b>	<b>ПК-14</b>	<b>ПК-15</b>	<b>ПК-16</b>
Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков																	+		+	
Производственная практика: научно-исследовательская работа																	+	+	+	+
Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности																+	+	+	+	+
Преддипломная практика													+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Государственная итоговая аттестация.</b> <b>Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты</b>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+



	<b>Факультативы</b>																					
	Перевод научно-технической литературы					+													+			
	Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях									+												
	Введение в математику											+									+	