

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)**

Кафедра химических технологий

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ОБЩАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»**

для студентов ВлГУ, обучающихся по направлению  
**18.03.01 «Общая химическая технология»**

Владимир – 2016 г.

Данные методические указания включают рекомендации по содержанию и выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Общая химическая технология» для студентов направления 18.03.01 «Химическая технология» ВлГУ.

Методические указания составлены на основе требований ФГОС ВО и ОПОП направления 18.03.01 «Химическая технология», рабочей программы дисциплины «Общая химическая технология».

Рассмотрены и одобрены на  
заседании УМК направления  
18.03.01 «Химическая технология»  
Протокол № 1 от 5.09.2016 г.  
**Рукописный фонд кафедры ХТ ВлГУ**

## 1. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 часов, в том числе  
72 ч. на СРС

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Самостоятельная работа студента (в часах)	Виды СРС	Формы контроля СРС	Баллы по СРС
1	Основные определения и положения	6	Работа с учебниками и УП к выполнению ЛР	Тесты	10
2	Химическое производство	4	Работа с учебниками и УП	Тесты	2
3	Сырьевые и энергетические ресурсы химической промышленности	6	Работа с учебниками и УП	Тесты	3
4	Методы и процессы химической технологии	2	Работа с учебниками и УП	Тесты	1
5	Химическое производство – ХТС. Иерархическая структура и элементы ХТС	4	Работа с учебниками и УП	Тесты	1
6	Описание ХТС	2	Работа с учебниками и УП	Тесты	1
7	Анализ ХТС. Основные положения и определения	2	Работа с учебниками и УП	Тесты	1
8	Свойства ХТС как системы	2	Работа с учебниками и УП	Тесты	1
9	Эксергетические балансы	10	Работа с учебниками и УП	Тесты	1
10	Синтез ХТС. Основные определения и положения	2	Работа с учебниками и УП	Тесты	1
11	Основные концепции при синтезе ХТС	4	Работа с учебниками и УП	Тесты	2
12	Промышленные химические производства	16	Работа с учебниками и УП к выполнению ЛР. Написание	Тесты. Реферат. Отчеты к ЛР.	31

			реферата. Подготовка доклада		
	Подготовка к экзамену	72		Экзамен	
		Всего:		Итого:	55

Фонд оценочных средств для выполнения СРС дан в документе **Фонд оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации при изучении учебной дисциплины "Общая химическая технология"**.

## **2. Общая схема самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов включает в себя подготовку к рейтинг-контролю знаний, к выполнению и защите лабораторных работ, подготовке к сдаче экзамена.

## **3. Рекомендации по использованию материалов УМКД**

В рабочей программе в части учебного плана представлена тематика лекций, лабораторных работ, по которым предусмотрено выполнение самостоятельной работы. В УМКД представлены вопросы по подготовке к рейтингам и сдаче экзамена. После каждой лабораторной работы представлены контрольные вопросы для самостоятельной проработки. Приведен список основной и дополнительной литературы для самостоятельного изучения. Литература доступна через библиотеку ВлГУ, а также ее электронный зал.

## **4. Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины.**

В рабочей программе в учебно-тематическом плане курс разбит на темы, по каждой из которых предполагается прочтение лекций, выполнение лабораторных занятий, а также самостоятельное изучение этих разделов в домашних условиях. Как обычно число часов, отведенных на аудиторские занятия, равно числу часов на самостоятельную проработку того или иного раздела. Студент в домашних условиях прорабатывает материал лекции и читает дополнительный материал по учебникам.

## **5. План изучения дисциплины**

Студент к сдаче экзамена должен выполнить следующие работы:

1. Прослушать курс лекций.
2. Выполнить лабораторный практикум и защитить отчеты к нему.
3. Пройти тестирование по трем промежуточным аттестациям.
4. Написать и защитить реферат.
4. Подготовиться и сдать экзамен по дисциплине.

## **6. Рекомендации по работе с литературой**

Самостоятельная работа студентов обеспечивается учебной литературой, представленной в библиотеке ВлГУ, электронным залом ВлГУ, а также Интернет-ресурсами. Основная и дополнительная литература приведена ниже.

**Литература по курсу приведена в карте методической обеспеченности основной и дополнительной литературой.**

## **7. Разъяснения по работе с тестовой системой курса, по выполнению домашних заданий**

Три раза в семестр проводится промежуточная аттестация по тестам, приведенным ниже. Аттестация проводится либо в тестовом режиме, либо в режиме написания эссе по вопросу. В домашних условиях студент готовит теоретический материал к сдаче в рейтинговые недели.

## **8. Рекомендации по подготовке к экзамену**

Подготовка к сдаче экзамена осуществляется студентом после сдачи рейтингов, отчетов по лабораторным занятиям и защите их. Подготовка ведется по тематике лекционного курса. Преподаватель выдает заранее вопросы к сдаче экзамена.

## **9. Методические рекомендации по изучению теоретического материала курса**

### **Тема 1.**

*Лекция 1.* 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. Проблемы и пути развития химической технологии и химических производств.

***Основные вопросы:***

1. Понятие химической технологии. Объект химической технологии.
2. Проблемы и пути развития химической технологии и химических производств.

***Цель и задачи освоения темы:***

освоить понятия, такие как наука "химическая технология"; выявить объект, предмет и методы изучения ХТ, оценить проблемы и пути развития химической технологии.

***Требования к уровню подготовленности студента:***

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам, таким как физика, химия, математика.

***Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:***

студент должен освоить следующие понятия: науки химической технологии; объект, предмет и методы изучения ХТ, проблемы и пути развития химической технологии.

Данная тема является первоосновой для изучения последующих тем курса.

***Краткие выводы по итогам изучения темы:***

студент после изучения данной темы должен владеть основными понятиями, рассмотренными в теоретическом курсе. Необходимо усвоить понятия науки химической технологии; объект, предмет и методы изучения ХТ, проблемы и пути развития химической технологии.

***Контрольные вопросы для самопроверки знаний по теме:***

1. Определите, что такое химическая технология, и разъясните это определение.
2. Что является объектом изучения химической технологии?
3. В каких случаях используется термин «химическая технология», кроме его основного понимания как науки?
4. Предложите классификацию химической технологии по таким признакам: промышленные отрасли, используемое сырье, продукты производства.
5. Основные тенденции развития современной химической промышленности.
6. Важнейшие направления фундаментальных и прикладных исследований.

## Тема 2.

*Лекция 2. Химическое производство. Иерархическая структура, состав и компоненты химического производства.*

### ***Основные вопросы:***

1. Понятие о химическом производстве. Требования, предъявляемые к химическому производству.
2. Иерархическая структура химического производства.
3. Компоненты.
4. Состав.

### ***Цель и задачи освоения темы:***

освоить понятия, такие как химическое производство; оценить требования, предъявляемые к химическому производству; знать иерархическую структуру химического производства; уметь определять компоненты и состав химического производства.

### ***Требования к уровню подготовленности студента:***

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам, таким как физика, химия, математика.

***Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:***

студент должен освоить следующие понятия: химическое производство; требования, предъявляемые к химическому производству; иерархическая структура химического производства; постоянные и переменные компоненты и состав химического производства

Данная тема является первоосновой для изучения последующих тем курса.

### ***Краткие выводы по итогам изучения темы:***

студент после изучения данной темы должен владеть основными понятиями, рассмотренными в теоретическом курсе. Необходимо усвоить понятия химического производства; оценить требования, предъявляемые к химическому производству; знать иерархическую структуру химического производства; уметь определять компоненты и состав химического производства

### ***Контрольные вопросы для самопроверки знаний по теме:***

1. Понятие о химическом производстве.
2. Сформулируйте современные требования к химическому производству.

3. Приведите иерархическую структуру химического производства и объясните назначение ее функциональных частей.

4. Приведите состав и компоненты химического производства.

*Лекция 3. Качественные и количественные показатели эффективности химического производства (технологические, технико-экономические, эксплуатационные и социальные показатели).*

***Основные вопросы:***

1. Технические показатели.
2. Экономические показатели.
3. Эксплуатационные показатели.
4. Социальные показатели.
5. Технологические критерии эффективности ХТП.

***Цель и задачи освоения темы:***

освоить определение технических, экономических, эксплуатационных, социальных и технологических критериев эффективности ХТП.

***Требования к уровню подготовленности студента:***

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам, таким как физика, химия, математика.

***Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:***

студент должен освоить следующие понятия: производительность производства, интенсивность, расходный коэффициент, выход продукта, капитальные затраты, качество продукта; производительность труда, себестоимость продукции; надежность, безопасность функционирования, чувствительность, управляемость и регулируемость; безвредность обслуживания, степень автоматизации и механизации, экологическая безопасность; степень превращения, селективность.

Данная тема является основой для изучения последующих тем курса.

***Краткие выводы по итогам изучения темы:***

студент после изучения данной темы должен владеть основными понятиями, рассмотренными в теоретическом курсе. Необходимо усвоить понятия технических, экономических, эксплуатационных, социальных и технологических критериев эффективности ХТП.



***Контрольные вопросы для самопроверки знаний по теме:***

1. Приведите и расшифруйте состав технических показателей эффективности химического производства.
2. Приведите и расшифруйте состав экономических показателей эффективности химического производства.
3. Приведите и расшифруйте состав эксплуатационных показателей эффективности химического производства.
4. Приведите и расшифруйте состав социальных показателей эффективности химического производства.
5. Для какого типа реакций используют понятие селективность?
6. Как рассчитать выход продукта по степени превращения и селективности?
7. Дайте определение и формулу расчета степени превращения.
8. Дайте определение и формулу расчета выхода продукта.
9. Дайте определение и формулу расчета селективности процесса.

**Тема 3.**

*Лекция 4, 5. Сырьевые ресурсы. Классификация. Обогащение сырья. Вторичное сырье, отходы. Вода и ее подготовка. Организация водооборота на химическом предприятии.*

***Основные вопросы:***

1. Сырьевые ресурсы. Классификация. Обогащение сырья.
2. Вторичное сырье, отходы.
3. Вода и ее подготовка.
4. Организация водооборота на химическом предприятии.

***Цель и задачи освоения темы:***

освоить понятие сырья, источников сырья, его классификацию, методы обогащения сырья, вторичного сырья и классификацию отходов, подготовка воды и ее применение в технологических процессах, организация водооборота на химическом предприятии.

***Требования к уровню подготовленности студента:***

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам, таким как физика, химия, математика.

***Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:***

студент должен освоить следующие понятия: сырье, источники сырья, его классификация, методы обогащения сырья, вторичное сырье и классификация отходов, подготовка воды и ее применение в технологических процессах, организация водооборота на химическом предприятии.

Данная тема является основой для изучения последующих тем курса.

***Краткие выводы по итогам изучения темы:***

студент после изучения данной темы должен владеть основными понятиями, рассмотренными в теоретическом курсе. Необходимо усвоить понятия сырья, источников сырья, их классификации, методов обогащения сырья, вторичного сырья и классификации отходов, подготовки воды и ее применение в технологических процессах, организации водооборота на химическом предприятии.

***Контрольные вопросы для самопроверки знаний по теме:***

1. Какие источники сырья используются в химических производствах? Приведите примеры.
2. Какие виды природных материалов используются в качестве сырья в химических производствах? Приведите примеры.
3. Дать понятие сырья для химического производства.
4. Что такое возобновляемые и невозобновляемые природные материалы? Приведите примеры.
5. Расскажите о происхождении вторичного сырья и путях его использования.
6. Виды минерального сырья. Дать понятие каждого. Привести примеры.
7. Что такое обогащение сырья и зачем его применяют? Приведите примеры для твердого, жидкого и газообразного сырья.
8. Для каких целей используются воздух и вода в химической технологии?
9. Расскажите о промышленной водоподготовке. Виды водоочистки.
10. Расскажите об отходах химического производства, их источниках и классификации по составу, периодичности образования и воздействия на окружающую среду.
11. Какие способы переработки твердых, жидких и газообразных отходов Вы знаете?
12. Что такое водооборотный цикл, его виды и назначение в химическом производстве?

*Лекция 6. Энергетика в химической промышленности. Классификация и виды энергии. Первичные и вторичные энергоресурсы.*

***Основные вопросы:***

1. Энергетика в химической промышленности.
2. Классификация и виды энергии.
3. Первичные и вторичные энергоресурсы.

***Цель и задачи освоения темы:***

освоить понятие энергии, классификации энергетических ресурсов, основные виды энергии, основные технологические характеристики топлива, применение видов энергии.

***Требования к уровню подготовленности студента:***

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам, таким как физика, химия, математика.

***Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:***

студент должен освоить следующие понятия: энергии, классификации энергетических ресурсов, основные виды энергии, основные технологические характеристики топлива, применение видов энергии.

Данная тема является основой для изучения последующих тем курса.

***Краткие выводы по итогам изучения темы:***

студент после изучения данной темы должен владеть основными понятиями, рассмотренными в теоретическом курсе. Необходимо усвоить энергии, классификации энергетических ресурсов, основные виды энергии, основные технологические характеристики топлива, применение видов энергии.

***Контрольные вопросы для самопроверки знаний по теме:***

1. Применение энергетики в химической промышленности.
2. Классификация и виды энергии.
3. Классификация тепловой энергии. Характеристики топлива.
4. Применение электрической, световой и механической энергии.

**Тема 4.**

*Лекция 7. Химический и химико-технологический процесс. Методологические основы химической технологии. Оборудование химического производства.*

***Основные вопросы:***

1. Химический и химико-технологический процессы.
2. Методы химической технологии.
3. Оборудование химического производства.

***Цель и задачи освоения темы:***

освоить понятие химического процесса и его классификации, технологического и химико-технологического процесса, видов ХТП, методов химического процесса,

***Требования к уровню подготовленности студента:***

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам, таким как физика, химия, математика.

***Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:***

студент должен освоить следующие понятия: химический процесс и его классификация, технологический и химико-технологический процесс, виды ХТП, методы химического процесса,

Данная тема является основой для изучения последующих тем курса.

***Краткие выводы по итогам изучения темы:***

студент после изучения данной темы должен владеть основными понятиями, рассмотренными в теоретическом курсе. Необходимо усвоить понятие химического процесса и его классификацию, технологические и химико-технологический процессы, виды ХТП, методы химического процесса,

***Контрольные вопросы для самопроверки знаний по теме:***

1. Понятие о химическом процессе и их классификация.
2. Понятие химического производства и химико-технологического процесса.
3. Классификация химико-технологических процессов.
4. Методы химической технологии.
5. Классификация оборудования, предназначенного для осуществления химико-технологического процесса.
6. Классификация строительно-монтажных конструкций, предназначенных для размещения оборудования.

**Тема 5.**

*Лекция 8. Состав ХТС. Элементы ХТС.*

***Основные вопросы:***

1. Химическое производство как химико-технологическая система.
2. Подсистемы ХТС.
3. Элементы ХТС.

***Цель и задачи освоения темы:***

освоить понятие химико-технологической системы, элемента ХТС, функциональных подсистем (технологической, энергетической, управленческой), масштабных подсистем, иерархической структуры ХТС, классификация элементов ХТС

***Требования к уровню подготовленности студента:***

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам, таким как физика, химия, математика.

***Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:***

студент должен освоить следующие понятия: химико-технологическая система, элемент ХТС, функциональные подсистемы (технологическая, энергетическая, управленческая), масштабная подсистема, иерархическая структуры ХТС, классификация элементов ХТС.

Данная тема является основой для изучения последующих тем курса.

***Краткие выводы по итогам изучения темы:***

студент после изучения данной темы должен владеть основными понятиями, рассмотренными в теоретическом курсе. Необходимо усвоить понятие химико-технологической системы, элемента ХТС, функциональных подсистем (технологической, энергетической, управленческой), масштабных подсистем, иерархической структуры ХТС, классификация элементов ХТС.

***Контрольные вопросы для самопроверки знаний по теме:***

1. Понятие ХТС, элементов, связей.
2. Функциональные подсистемы.
3. Масштабные подсистемы.
4. Иерархическая структура ХТС.
5. Классификация элементов ХТС.

***Лекция 9. Элементы ХТС***

***Основные вопросы:***

1. Связи элементов и их классификация.
2. Структура связей в ХТС.

***Цель и задачи освоения темы:***

освоить понятия материальных, энергетических и информационных потоков, виды связей (последовательная, параллельная, байпас, рецикл, разветвленная, фракционный рецикл)

***Требования к уровню подготовленности студента:***

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам, таким как физика, химия, математика.

***Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:***

студент должен освоить следующие понятия: материальные, энергетические и информационные потоки, виды связей (последовательная, параллельная, байпас, рецикл, разветвленная, фракционный рецикл)

Данная тема является основой для изучения последующих тем курса.

***Краткие выводы по итогам изучения темы:***

студент после изучения данной темы должен владеть основными понятиями, рассмотренными в теоретическом курсе. Необходимо усвоить понятие материальных, энергетических и информационных потоков, виды связей (последовательная, параллельная, байпас, рецикл, разветвленная, фракционный рецикл)

***Контрольные вопросы для самопроверки знаний по теме:***

1. Классификация потоков ХТС.
2. Понятие и рисунок связей в ХТС: последовательная, разветвленная, параллельная связи.
3. Понятие и рисунок связей в ХТС: байпас и рецикл.

**Тема 6.**

***Лекция 10.*** Описание ХТС

***Основные вопросы:***

1. Виды моделей ХТС. Назначение, применение и взаимосвязь моделей.
2. Системный подход к выбору при синтезе и анализе ХТС.

***Цель и задачи освоения темы:***

освоить понятия моделирования, модели ХТС: обобщенные (операционно-описательная, технологическая, функциональная, структурная, операторная) и математические (символические, топологические графы, структурные блок-схемы, сетевые графы),

***Требования к уровню подготовленности студента:***

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам, таким как физика, химия, математика.

***Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:***

студент должен освоить следующие понятия: моделирование, модели ХТС: обобщенные (операционно-описательная, технологическая, функциональная, структурная, операторная) и математические (символические, топологические графы, структурные блок-схемы, сетевые графы),

Данная тема является основой для изучения последующих тем курса.

***Краткие выводы по итогам изучения темы:***

студент после изучения данной темы должен владеть основными понятиями, рассмотренными в теоретическом курсе. Необходимо усвоить понятие моделирования, модели ХТС: обобщенные (операционно-описательная, технологическая, функциональная, структурная, операторная) и математические (символические, топологические графы, структурные блок-схемы, сетевые графы),

***Контрольные вопросы для самопроверки знаний по теме:***

1. Представьте виды моделирования. В чем их различие?
2. Почему для исследования химических процессов и реакторов необходимо использовать математическое моделирование?
3. Представьте последовательность исследования при использовании метода математического моделирования.
4. Что собой представляют операционно-описательные модели?
5. Что такое иконно-графические модели? Что входит в их состав?
6. Дать понятие технологической и функциональной схем. В чем их различие. Привести примеры.
7. Основные технологические операторы. Операторная схема. Пример.
8. Символическая и иконографическая математические модели.

## **Тема 7.**

### *Лекция 11. Состояние ХТС*

#### ***Основные вопросы:***

1. Параметры потоков. Состояние элемента.
2. Расчет ХТС.
3. Материальный баланс элемента ХТС с химическими превращениями и без них.
4. Тепловой баланс элемента ХТС.

#### ***Цель и задачи освоения темы:***

освоить понятия режима ХТС, параметров потоков (параметров состояния и параметров свойств), состояние элемента, законы материального и энергетического балансов, расчет материального баланса для элемента с химическими превращениями и без них.

#### ***Требования к уровню подготовленности студента:***

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам, таким как физика, химия, математика.

***Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:***

студент должен освоить следующие понятия: режима ХТС, параметров потоков (параметров состояния и параметров свойств), состояние элемента, законы материального и энергетического балансов, расчет материального баланса для элемента с химическими превращениями и без них.

Данная тема является основой для изучения последующих тем курса.

#### ***Краткие выводы по итогам изучения темы:***

студент после изучения данной темы должен владеть основными понятиями, рассмотренными в теоретическом курсе. Необходимо усвоить понятие режима ХТС, параметров потоков (параметров состояния и параметров свойств), состояние элемента, законы материального и энергетического балансов, расчет материального баланса для элемента с химическими превращениями и без них.

#### ***Контрольные вопросы для самопроверки знаний по теме:***

1. Чем характеризуют состояние химико-технологической системы? Как его определяют и на чем основан этот расчет?



2. Что такое материальный баланс элемента ХТС и ХТС в целом? 3. Какие положения стехиометрии химических превращений используют-ся для расчета материального баланса элемента ХТС?
4. Приведите уравнение для расчета материального баланса для смеси-те-ля.
5. Напишите общее уравнение теплового баланса, поясните его составля-ющие и их расчет.
6. Объясните, почему при расчете теплового баланса используют средне-интегральную теплоемкость? Как при этом определяют величину теплового эффекта реакции?

## **Тема 8.**

*Лекция 12.* Свойства ХТС как системы. Появление в ХТС новых качественных свойств, не характерных для отдельных элементов: взаимосвязанность режимов элементов, различие оптимальности элемента одиночного и в системе, устойчивость и существование стационарных режимов и др.

### ***Основные вопросы:***

1. Свойства ХТС: зависимость режима одного элемента от режима дру-гих.
2. Повышение эффективности ХТС в целом за счет усовершенствования одного из элементов. Оптимальные режимы элемента.
3. Неоднозначность режимов и их устойчивость. Существование режи-мов. Колебательный режим.

### ***Цель и задачи освоения темы:***

освоить определение зависимости режима одного аппарата от режима других, повышение эффективности ХТС в целом за счет усовершенствования одного из элементов, оптимальные режимы элемента, неоднозначность режимов и их устойчивость, существование режимов, колебательный режим.

### ***Требования к уровню подготовленности студента:***

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам, таким как физика, химия, математика.

***Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:***

студент должен освоить следующие понятия: определение зависимости режима одного аппарата от режима других, повышение эффективности ХТС в целом за счет усовершенствования одного из элементов, оптимальные режимы элемента, неоднозначность режимов и их устойчивость, существование режимов, колебательный режим.

Данная тема является основой для изучения последующих тем курса.

***Краткие выводы по итогам изучения темы:***

студент после изучения данной темы должен владеть основными понятиями, рассмотренными в теоретическом курсе. Необходимо усвоить понятие определение зависимости режима одного аппарата от режима других, повышение эффективности ХТС в целом за счет усовершенствования одного из элементов, оптимальные режимы элемента, неоднозначность режимов и их устойчивость, существование режимов, колебательный режим.

***Контрольные вопросы для самопроверки знаний по теме:***

1. Каким образом зависит режим одного аппарата от режима другого?
2. Каким образом усовершенствование одного узла ведет к повышению эффективности всей ХТС?
3. Неоднозначность режимов и их устойчивость.
4. Виды режимов.
5. Понятие колебательного режима.

**Тема 9.**

*Лекция 13. Эксергетический баланс. Эксергетический анализ.*

***Основные вопросы:***

1. Понятие эксергии. Эксергетический баланс.
2. Потери эксергии в теплообменнике и реакторе.
3. Применение эксергетического метода при анализе ХТС.

***Цель и задачи освоения темы:***

освоить определение эксергии, видов эксергии, эксергетического баланса, расчета эксергетического КПД, потерь эксергии из-за необратимых процессов в теплообменнике и реакторе.

***Требования к уровню подготовленности студента:***

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам, таким как физика, химия, математика.

***Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:***

студент должен освоить следующие понятия: эксергия, виды эксергии, эксергетический баланс, расчет эксергетического КПД, потерь эксергии из-за необратимых процессов в теплообменнике и реакторе.

Данная тема является основой для изучения последующих тем курса.

***Краткие выводы по итогам изучения темы:***

студент после изучения данной темы должен владеть основными понятиями, рассмотренными в теоретическом курсе. Необходимо усвоить понятие эксергии, видов эксергии, эксергетического баланса, расчета эксергетического КПД, потерь эксергии из-за необратимых процессов в теплообменнике и реакторе.

***Контрольные вопросы для самопроверки знаний по теме:***

1. Понятие эксергии. Ее сущность.
2. Расчет эксергии.
3. Расчет максимальной работы потока в ХТС.
4. Эксергетический баланс.
5. Объясните различие терминов "потери энергии" и "потери эксергии".
6. Особенности расчета потерь эксергии для реактора и теплообменника.
7. Применение эксергетического метода при анализе ХТС.

**Тема 10.**

*Лекция 14.* Понятие и задачи синтеза ХТС. Основные этапы разработки ХТС. Роль математических и эвристических методов.

***Основные вопросы:***

1. Задачи и методы синтеза ХТС.
2. Основные этапы разработки ХТС. Роль математических и эвристических методов.

***Цель и задачи освоения темы:***

освоить определять задачи и методы синтеза ХТС, знать основные этапы разработки ХТС, этапы разработки промышленного процесса, основные концепции разработки экономичных ХТС.

***Требования к уровню подготовленности студента:***

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам, таким как физика, химия, математика.

***Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:***

студент должен освоить следующие понятия: задачи и методы синтеза ХТС, знать основные этапы разработки ХТС, этапы разработки промышленного процесса, основные концепции разработки экономических ХТС.

Данная тема является основой для изучения последующих тем курса.

***Краткие выводы по итогам изучения темы:***

студент после изучения данной темы должен владеть основными понятиями, рассмотренными в теоретическом курсе. Необходимо усвоить задачи и методы синтеза ХТС, знать основные этапы разработки ХТС, этапы разработки промышленного процесса, основные концепции разработки экономических ХТС.

***Контрольные вопросы для самопроверки знаний по теме:***

1. В чем заключается синтез ХТС?
2. Попробуйте сопоставить разработку химического производства с научным исследованием и творческим процессом.
3. Какие основные концепции разработки экономических ХТС Вы знаете?

**Тема 11.**

*Лекция 15 - 17.* Основные концепции при синтезе ХТС. Содержание и способы реализации: полное использование сырьевых и энергетических ресурсов, минимизация отходов, оптимальное использование аппаратуры.

***Основные вопросы:***

1. Концепция полного использования сырьевых ресурсов. Комбинированные и сбалансированные ХТП. Комплексное использование сырья.
2. Концепция полного использования энергетических ресурсов. Энерготехнологические схемы.
3. Концепция минимизации отходов.

#### 4. Концепция эффективного использования оборудования.

##### ***Цель и задачи освоения темы:***

освоить концепцию полного использования сырьевых ресурсов, комбинированных и сбалансированных ХТП, методы комплексного использования сырья, концепцию полного использования энергетических ресурсов, энерготехнологические схемы, концепцию минимизации отходов, концепцию эффективного использования оборудования.

##### ***Требования к уровню подготовленности студента:***

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам, таким как физика, химия, математика.

##### ***Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:***

студент должен освоить следующие понятия: концепцию полного использования сырьевых ресурсов, комбинированных и сбалансированных ХТП, методы комплексного использования сырья, концепцию полного использования энергетических ресурсов, энерготехнологические схемы, концепцию минимизации отходов, концепцию эффективного использования оборудования.

Данная тема является основой для изучения последующих тем курса.

##### ***Краткие выводы по итогам изучения темы:***

студент после изучения данной темы должен владеть основными понятиями, рассмотренными в теоретическом курсе. Необходимо усвоить концепцию полного использования сырьевых ресурсов, комбинированных и сбалансированных ХТП, методы комплексного использования сырья, концепцию полного использования энергетических ресурсов, энерготехнологические схемы, концепцию минимизации отходов, концепцию эффективного использования оборудования.

##### ***Контрольные вопросы для самопроверки знаний по теме:***

1. Если в процессе нельзя увеличить выход продукта, как можно добиться более полного использования сырья?
2. Что такое комбинированные производства, сбалансированные ХТП? Как они взаимосвязаны?
3. Назовите способы уменьшения энергетических затрат в химическом производстве.

4. Что такое регенерация и утилизация теплоты и энергии в производстве? Приведите примеры.
5. Как Вы понимаете концепцию минимизацию отходов при разработке ХТС?
6. Назовите способы сокращения отходов химического производства.
7. Как Вы понимаете концепцию эффективного использования оборудования при разработке ХТС?
8. Назовите способы уменьшения капитальных затрат на технологическое оборудование химического производства. Приведите примеры.

## **Тема 12.**

*Лекция 18.* Технология основных химических продуктов (серная кислота, аммиак, азотная кислота, полистирол, переработка нефти, природного газа и др.). Построение ХТС конкретного производства – получение полистирола различными способами

### ***Основные вопросы:***

1. Характеристика и свойства полистирола. Сырьевые ресурсы.
2. Методы получения ПС.
3. Переработка и применение ПС.

### ***Цель и задачи освоения темы:***

освоить характеристику полистирола, свойства готового продукта, сырьевые ресурсы для получения ПС, методы получения, процессы переработки и получения ПС.

### ***Требования к уровню подготовленности студента:***

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам, таким как физика, химия, математика.

***Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:***

студент должен освоить следующие понятия: характеристика полистирола, свойства готового продукта, сырьевые ресурсы для получения ПС, методы получения, процессы переработки и получения ПС.

Данная тема является основой для изучения последующих тем курса.

***Краткие выводы по итогам изучения темы:***

студент после изучения данной темы должен владеть основными понятиями, рассмотренными в теоретическом курсе. Необходимо усвоить характеристику полистирола, свойства готового продукта, сырьевые ресурсы для получения ПС, методы получения, процессы переработки и получения ПС.

***Контрольные вопросы для самопроверки знаний по теме:***

1. Полистирол, его характеристики.
2. Напишите формулу ПС.
3. Запишите уравнение реакции получения ПС.
4. Нарисуйте и опишите технологическую схему производства ПС в блоке
5. Опишите процесс получения ПС суспензионным методом.
6. Принцип получения пенополистирола.
7. Применение ПС.