

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Самарский государственный технический университет»



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### *М2.Б.1 Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем*

Направление подготовки	<u>18.04.02 (241000.68) Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии</u>
Квалификация выпускника	<u>магистр</u>
Профиль (направленность)	<u>Промышленная экология и рациональное использование природных ресурсов</u>
Форма обучения	<u>очная</u>
Выпускающая кафедра	<u>Химическая технология и промышленная экология</u>

Кафедра-разработчик рабочей программы Химическая технология и промышленная экология


Семестр	Трудоем- кость час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточ- ного контроля (экз., час./зачет)
2	180	14	28	28	56	Экзамен, 54
<b>Итого</b>	<b>180</b>	<b>14</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>56</b>	<b>Экзамен, 54</b>

Программа разработана в соответствии с требованиями Федерального закона от 27.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», ФГОСВО, Приказом Минобрнауки России от 19 декабря 2013 г. № 1367 «Об утверждении порядка организации осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» и учебного плана СамГТУ.

Составитель рабочей программы:

К.х.н., доцент

(должность, ученое звание, степень)


  
 \_\_\_\_\_  
 (подпись)  
 29.05.14  
 \_\_\_\_\_  
 (дата)

Шкаруппа С.П.

(ФИО)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры: «Химическая технология и промышленная экология» 29 мая 2014 г. Протокол №9


3 зав. кафедрой-разработчиком

  
 \_\_\_\_\_  
 (подпись)  
 29.05.14  
 \_\_\_\_\_  
 (дата)

Быков Д.Е.

(ФИО)


Эксперт методической комиссии по УГНП

  
 \_\_\_\_\_  
 (подпись)  
 05.06.14  
 \_\_\_\_\_  
 (дата)

Измайлов В.Д.

(ФИО)


Председатель методического совета НТФ

  
 \_\_\_\_\_  
 (подпись)  
 16.06.14  
 \_\_\_\_\_  
 (дата)

Чуркина А.Ю.

(ФИО)

Декан НТФ


  
 \_\_\_\_\_  
 (подпись)  
 20.06.14  
 \_\_\_\_\_  
 (дата)

Тян В.К.

(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:


3 Зав. выпускающей кафедрой

  
 \_\_\_\_\_  
 (подпись)  
 29.05.14  
 \_\_\_\_\_  
 (дата)

Быков Д.Е.

(ФИО)

Начальник УВО

  
 \_\_\_\_\_  
 (подпись)  
 24.06.14  
 \_\_\_\_\_  
 (дата)

Ерёмичева О.Ю.

(ФИО)

**СОДЕРЖАНИЕ**

1. Цели и задачи освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ООП.....	5
3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины.....	8
4. Структура и содержание дисциплины.....	8
4.1. Структура дисциплины.....	8
4.2. Содержание дисциплины.....	9
4.3. Формирование компетенций.....	16
5. Образовательные технологии.....	16
6. Формы контроля освоения дисциплины.....	18
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	20
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	22
Дополнения и изменения к рабочей программе.....	23
Приложение 1. Аннотация рабочей программы.....	24
Приложение 2. Фонд оценочных средств.....	26

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью освоения дисциплины** «Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем» является формирование у студентов общекультурных и профессиональных компетенций, необходимых для осуществления производственно-технологической, организационно-управленческой, научно-исследовательской, проектной и педагогической деятельности:

**ОК-4:** Использование на практике умений и навыков в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом;

**ОК-5:** способность проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности;

**ПК-1:** способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности;

**ПК-4:** способность формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их;

**ПК-8.1:** Готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку;

**ПК-9.1:** готовность к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования;

**ПК-10:** способность к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности;

**ПК-12:** способность разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов;

**ПК-14:** способность оценивать экономические и экологические последствия принимаемых организационно-управленческих решений;

**ПК-16:** способность находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности, стоимости и экологической безопасности производств;

**ПК-19:** способность к проектной деятельности в профессиональной сфере на основе системного подхода и использования моделей для описания и прогнозирования ситуаций, осуществления качественного и количественного анализа процессов в целом и отдельных технологических стадий;

**ПК-24:** Способность использовать пакеты прикладных программ при выполнении проектных работ.

Исходя из сформированного уровня целевых компетенций, **задачами изучения дисциплины** выступает приобретение в рамках освоения теоретического и практического материала:

**получение знания** одно и многокритериальных методов оптимизации процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения, принципов и методов математического анализа технологических процессов и систем, принципов организации технологических процессов при минимальных затратах сырья, энергии и воздействия на окружающую среду;

**приобретение умений** использовать методы и принципы оптимизации для создания энергосберегающих, ресурсосберегающих и экологически безопасных технологических систем;

**выработка навыков** применения методов математического анализа для оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем, использования па-

кетов прикладных программ для решения задач энерго- и ресурсосбережения, методами их сравнительного анализа и оценкой эффективности их применения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем» относится к базовой части профессионального цикла дисциплин.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знания дифференциального и интегрального исчисления, моделей решения функциональных и вычислительных задач, основ механики жидкостей и газов, молекулярно-кинетической теории газов, законов феноменологической термодинамики, теплопередачи, теплового излучения, физико-химических свойств важнейших классов органических и неорганических веществ, теории основных процессов и аппаратов химической технологии, систем единиц измерения;

умения систематизировать и классифицировать изучаемый материал, применять математические методы для описания физических и физико-химических процессов, использовать информационные технологии в процессе обучения;

навыки работы со справочной и научно-технической литературой, ресурсами глобальных компьютерных сетей, использования вычислительной техники для решения прикладных задач.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Математика», «Физика», «Физическая химия» и др. учебного плана подготовки бакалавров по направлению 241000.62 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» и служит основой для освоения дисциплин «Моделирование технологических и природных систем», «Ресурсосбережение и защита окружающей среды в нефтедобыче, нефтепереработке, нефтехимии и энергетике» и др. учебного плана подготовки магистров 18.04.02 (241000.68) «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

Перечень предшествующих и последующих дисциплин, формирующих общекультурные и профессиональные компетенции, заявленные в разделе 1, приведены в табл. 1.

Перечень предшествующих и последующих дисциплин

Таблица 1

№ п/п	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
<i>Общекультурные компетенции</i>			
1	<b>ОК-4:</b> Использование на практике умений и навыков в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом;	Проектирование и эксплуатация оборудования переработки и утилизации промышленных и твердых бытовых отходов; основы планирования и математической обработки результатов эксперимента; основы анализа многомерных данных.	Дополнительные главы математики. Теория системного анализа и принятия решений; ресурсосбережение и защита окружающей среды в металлургии, машиностроении и стройиндустрии; проектирование и эксплуатация оборудования очистки сточных вод.
2	<b>ОК-5:</b> способность проявлять инициати-	Предшествующие дисци-	Рекультивация карьеров отхо-

	ву, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности;	плины отсутствуют.	дами; обработка и утилизация осадков сточных вод.
<i>Профессиональные компетенции</i>			
1	<b>ПК-1:</b> способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности	Философские проблемы науки и техники; иностранный язык; психология и педагогика; термодинамические основы ресурсосбережения; педагогическая практика.	Дополнительные главы математики. Теория системного анализа и принятия решений; иностранный язык; поверхностные явления и дисперсные системы; моделирование технологических и природных систем; научно-исследовательская работа.
2	<b>ПК-4</b> Способность формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их.	Философские проблемы науки и техники; проектирование и эксплуатация оборудования переработки и утилизации промышленных и твердых бытовых отходов.	Ресурсосбережение и защита окружающей среды в металлургии, машиностроении и стройиндустрии; проектирование и эксплуатация оборудования очистки сточных вод.
<i>Дополнительные профессиональные</i>			
1	<b>ДПК-8</b> Готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку.	Педагогическая практика.	Ресурсосбережение и защита окружающей среды в металлургии, машиностроении и стройиндустрии; рекультивация карьеров отходами; обработка и утилизация осадков сточных вод; научно-исследовательская работа.
2	<b>ДПК-9</b> Готовность к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования.	Философские проблемы науки и техники; термодинамические основы ресурсосбережения; проектирование и эксплуатация оборудования переработки и утилизации промышленных и твердых бытовых отходов; педагогическая практика.	Дополнительные главы математики. Теория системного анализа и принятия решений; моделирование технологических и природных систем; ресурсосбережение и защита окружающей среды в металлургии, машиностроении и стройиндустрии; проектирование и эксплуатация оборудования очистки сточных вод; научно-исследовательская работа.
<i>Профессиональные</i>			

1	<b>ПК-10</b> Способность к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности.	Философские проблемы науки и техники; термодинамические основы ресурсосбережения; педагогическая практика.	Дополнительные главы математики. Теория системного анализа и принятия решений; моделирование технологических и природных систем; ресурсосбережение и защита окружающей среды в металлургии, машиностроении и стройиндустрии; научно-исследовательская работа.
2	<b>ПК-12</b> Способность разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов.	Термодинамические основы ресурсосбережения; педагогическая практика.	Поверхностные явления и дисперсные системы; моделирование технологических и природных систем; ресурсосбережение и защита окружающей среды в металлургии, машиностроении и стройиндустрии; научно-исследовательская работа.
3	<b>ПК-14</b> Способность оценивать экономические и экологические последствия принимаемых организационно-управленческих решений.	Философские проблемы науки и техники; основы планирования и математической обработки результатов эксперимента; основы анализа многомерных данных.	Поверхностные явления и дисперсные системы; ресурсосбережение и защита окружающей среды в металлургии, машиностроении и стройиндустрии; рекультивация карьеров отходами; обработка и утилизация осадков сточных вод.
4	<b>ПК-16</b> Способность находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности, стоимости и экологической безопасности производств.	Термодинамические основы ресурсосбережения.	Дополнительные главы математики. Теория системного анализа и принятия решений; моделирование технологических и природных систем; ресурсосбережение и защита окружающей среды в металлургии, машиностроении и стройиндустрии.
5	<b>ПК-19</b> Способность к проектной деятельности в профессиональной сфере на основе системного подхода и использования моделей для описания и прогнозирования ситуаций, осуществления качественного и количе-	Термодинамические основы ресурсосбережения; проектирование и эксплуатация оборудования переработки и утилизации промышленных и твердых бытовых отходов.	Дополнительные главы математики. Теория системного анализа и принятия решений; моделирование технологических и природных систем; проектирование и эксплуатация оборудования очистки сточных вод.

	ственного анализа процессов в целом и отдельных технологических стадий.		
6	<b>ПК-24</b> Способность использовать пакеты прикладных программ при выполнении проектных работ.	Проектирование и эксплуатация оборудования переработки и утилизации промышленных и твердых бытовых отходов; педагогическая практика.	Моделирование технологических и природных систем; проектирование и эксплуатация оборудования очистки сточных вод; научно-исследовательская работа.

### 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения дисциплины студент должен приобрести знания, умения и навыки, необходимые для формирования целевых компетенций, заявленных в п. 1 настоящей программы.

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц , 180 часов.

#### Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Таблица 2

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		2
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>70</b>	<b>70</b>
В том числе:		
Лекции	14	14
Практические (ПЗ)	28	28
Лабораторные работы (ЛР)	28	28
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>56</b>	<b>56</b>
В том числе:		
Курсовая работа	27	27
Самостоятельное изучение материала тем курса	15	15
Подготовка к лабораторным работам	10	10
Проработка лекционного курса и подготовка к практическим занятиям	4	4
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен )	54	Экзамен, 54



<b>ИТОГО:</b>	<b>Час.</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
	<b>ЗЕТ</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

Таблица 3.

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	Основные технологические принципы создания энерго- и ресурсосберегающих химических технологий.	8	16	12	14	50
2	Системный многокритериальный анализ эффективности функционирования химических производств	6	12	16	15	49
1,2	Курсовая работа	—	—	—	27	27
<b>ИТОГО:</b>		<b>14</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>56</b>	<b>126</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины Лекционный курс

Таблица 4.

№ лекции	Номер раздела	Тема лекции и перечень дидактических единиц*	Трудоемкость, часов
1	1	<p><b>Тема 1. Обобщенный образ технологической системы</b></p> <p>Основные понятия и определения: ресурсосбережение, энергосбережение, безотходное химическое производство и малоотходное химическое производство, ресурсосберегающее химическое производство.</p> <p>Проблемы энерго- и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии, биотехнологии:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- энергоемкость существующих технологических процессов в химической и нефтехимической технологии, биотехнологии;</li> <li>- показатели ресурсосбережения промышленных химических производств;</li> <li>- пути энерго- и ресурсосбережения на различных иерархических уровнях;</li> <li>- роль термодинамического подхода в решении задач энерго- и ресурсосбережения в химическом производстве.</li> </ul> <p>Модель «черного ящика» как термодинамическая модель функционирования химико-технологической системы. Первое начало термодинамики. Совокупный материальный поток, поток теплоты, поток энергии. Примеры моделей ряда систем: аппарат, агрегат, промышленное производство, химико-технологическая система.</p>	2
2	1	<b>Тема 2. Интегральные уравнения преобразования потоков</b>	2

		<p><b>вещества и энергии в технологических системах</b>  <b>Уравнение балансов потоков масс</b>  Системы уравнений материальных балансов по:  - общим массовым расходам физических потоков;  - общим массовым расходам химических компонентов;  - общим массовым расходам химических элементов.  Теоретический и практический материальный баланс. Определение стехиометрически независимых реакций в их системе по критерию Грама. Представление материальных потоков в форме потоковой диаграммы.  Критерии оценки хода процесса и критерии эффективности использования сырья.</p>	
3	1	<p><b>Тема 3. Основные технологические принципы создания ресурсосберегающих химических технологий. Уравнение баланса потоков энергии</b>  Различные варианты технологических схем производства азотной кислоты из аммиака как пример оценки эффективности использования сырьевых ресурсов.  Интегральное уравнение сохранения энергии в технологической системе. Энтальпийный баланс, как частный случай энергетического баланса. Представление энтальпийного и энергетического балансов в форме потоковой диаграммы.  Частные формы уравнения баланса энергии: течение жидкости в трубопроводе, противоточный теплообменник, адиабатный реактор и реактор с внешним теплообменом, электрохимический реактор.  Роль энергетического баланса системы в решении вопроса энергосбережения. Коэффициент преобразования энергии и эффективность функционирования химико-технологической системы.</p>	2
4	1	<p><b>Тема 4. Неравноценность различных форм энергии Эксергия материальных и энергетических потоков</b>  Характеристика основных тепловых потоков в химической промышленности. Ранжирование источников теплоты и стоков теплоты с помощью идеальной машины Карно.  Оценка энергетической эффективности возможных траекторий любого технологического процесса. Выражение работоспособности системы через функцию эксергии. Уравнение баланса эксергии. Связь теории энергосберегающей технологии с термодинамической необратимостью процесса.  Эксергия вещества в замкнутом объеме и потоке. Эксергия потоков энергии. Критерии эффективности использования эксергии. Коэффициент преобразования эксергии.  Системный анализ способов энерго- и ресурсосбережения в химической технологии: мероприятия, способы, приёмы и операции  Использование вторичных энергоресурсов в химических производствах  Состояние и перспективы использования горючих, высокопотенциальных и низкопотенциальных ВЭР в химических производствах. Использование тепловых насосов в процессах химической технологии.</p>	2
5	2	<p><b>Тема 5. Использование методов оптимизации при создании энерго- и ресурсосберегающих производств</b>  Прямая структурно - декомпозиционная, структурно – пара-</p>	2

		<p>метрическая оптимизация ХТС в задачах энерго - и ресурсосбережения в химической технологии.</p> <p>Классификация методов многокритериальной оптимизации энерго – и ресурсосберегающих процессов и систем. Техно-экономический критерий эффективности. Методология энерго – и ресурсосбережения многокомпонентных каталитических процессов. Гипотетически обобщенная технологическая структура. Парето оптимизация технологических, конструкционных и структурных параметров.</p>	
6	2	<p><b>Тема 6. Стратегия оптимизации и организации энерго- и ресурсосбережения.</b></p> <p>Декомпозиция по составляющим критерия. Оценка степени рассогласования по составляющим критерия. Блок-схема решения задачи оптимизации и энерго – и ресурсосбережения многокритериальной системы. Неформализованные задачи оптимальной эксплуатации химических производств. Объекты ситуационного управления. Диагностика причин отклонений в работе промышленных установок. Формирование математических моделей для решения задач ситуационного управления.</p>	2
7	2	<p><b>Тема 7. Интеллектуальные системы Физико-химические модели - основа для построения интеллектуальных систем.</b></p> <p>Теоретические основы построения интеллектуальных систем оптимизации и организации энерго – и ресурсосбережения процессов химической технологии. Построение интеллектуальных систем для расчета, оптимизации и прогнозирования химических производств. Теоретические основы, расчет и оптимизация нестационарных ХТП.</p> <p>Учет физико-химических особенностей процесса при разработке новых компьютерных технологий. Выбор и обоснование рациональных способов представления экспертных знаний об изучаемом процессе.</p> <p>Принципы выбора гидродинамического режима работы реактора при математическом моделировании. Оценка численных значений параметров математических моделей.</p>	2
Итого:			14

### Практические занятия

Таблица 5.

№ занятия	Номер раздела	Наименование практического занятия и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов*
1	1	<p><u>Принципы составления материальных балансов и материальные расчеты необратимых химико-технологических процессов.</u></p> <p>Расчеты расходных коэффициентов. Составление и анализ материальных балансов по основным компонентам производств (решение задач).</p>	4
2	1	<p><u>Составление материальных балансов необратимых химико-технологических процессов.</u></p> <p>Расчет материальных балансов промышленных процессов (решение задач).</p>	4
3	1	<p><u>Принципы составления энергетического (теплового) баланса и тепловые расчеты химико-технологических процессов.</u></p> <p>Расчеты теплового баланса промышленных процессов (реше-</p>	4

		ние задач).	
4	1	<u>Оценка эффективности химического производства.</u> Расчет основных технологических показателей технологических процессов (решение задач).	4
5	2	<u>Основные методы расчета ХТС.</u> Пример расчета материального баланса ХТС декомпозиционным модульным методом.	4
6	2	<u>Эксергетические балансы и характеристики химико-технологических систем</u> Уравнения эксергетического баланса. Эксергетическая производительность.	4
7	2	<u>Анализ работы технической системы.</u> Анализ всех возможных видов взаимодействия потоков энергии и рабочих тел. Энерготехнологическая схема синтеза аммиака	4
<b>ИТОГО:</b>			<b>28</b>

\* Примечание: расписанием необходимо предусмотреть практические занятия длительностью 4 часа

### Лабораторные работы

Таблица 6.

№ занятия	Номер раздела	Наименование лабораторной работы и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
1	1	<u>Технические системы энергоснабжения</u> Расчет теплоутилизационной установки печи. Организация технических мероприятий минимизирующих необратимые потери высокотемпературных тепловых ВЭР Расчет котла-утилизатора, КТАНа.	4
2	1	<u>Теплоэнергоснабжение химических предприятий</u> Оценка термодинамического совершенства технических систем. Эксергетический КПД. Коэффициенты преобразования энергии.	4
3	1	<u>Энергосберегающие технологии утилизации низкотемпературных ВЭР</u> Принципы встраивания энерготехнологического оборудования в химико-технологическую схему на примере технологии синтеза аммиака	4
4	2	<u>Ресурсосберегающие технологии.</u> Оптимальное распределение нагрузок между параллельно работающими абсорбционными аппаратами. Варианты распределения газовой и жидкостной нагрузок.	4
5	2	<u>Химические процессы и рециклы</u> Распределение нагрузок между реакторами Оптимальное распределение нескольких потоков сырья для параллельно работающих аппаратов безотносительно к типу аппарата.	4
6	2	<u>Оптимизация ХТС и использование вторичных материальных ресурсов</u> Распределение нагрузок между реакторами с быстро падающей активностью катализатора. Принципы оптимального распределения нагрузок между реакторами идеального вытеснения.	4
7	2	<u>Использование вторичных материальных ресурсов и безотходные производства.</u>	4

		Режим полного использования исходных и промежуточных реагентов, минимальное значение рецикла. Режим с неполным использованием исходных реагентов с однозначно определяемыми концентрациями на выходе реактора.	
<b>ИТОГО:</b>			<b>28</b>

### Самостоятельная работа студента

Таблица 7.

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид самостоятельной работы студента (СРС) и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
1	1.1	<b>Самостоятельное изучение материала тем курса</b> Системный анализ процессов химической технологии. Общие принципы анализа процессов химической технологии. Принципиальная блок-схема структуры типовых процессов.	3
	1.2	<b>Самостоятельное изучение материала тем курса</b> Критерии оптимальности для теплообменников. Оценка влияния реальной структуры потоков в теплообменных аппаратах.	4
		<b>Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов</b> Принципы и технологии энергосбережения	5
		<b>Проработка лекционного курса и подготовка к практическим занятиям</b> Материальный и энергетический балансы химико-технологического процесса. Оценка эффективности химического производства	2
2	2.1	<b>Самостоятельное изучение материала тем курса</b> Классификация методов оптимизации ХТС. Прямые методы безусловной оптимизации: 1) вычисления только минимизируемой функции (безградиентные методы); 2) расчета первых производных (градиентные); 3) вычисления первых и вторых производных. Стратегии поиска методы Розенброка, Пауэлла, Гаусса—Зейделя, симплекс-метод. Методы второго типа: методы градиента, наискорейшего спуска, Ньютона—Рафсона и их модификации. Методы третьего типа: вычисление вторых производных, метод Флетчера—Пауэлла, который использует оригинальную аппроксимацию вторых производных Дэвидона, чем обеспечивает более высокую скорость сходимости, чем градиентные методы. Ограничения условной оптимизации в прямых методах.	4
	2.2	<b>Самостоятельное изучение материала тем курса</b> Группа методов оптимизации ХТС — декомпозиционные методы Декомпозиционные методы оптимизации отдельных подсистем ХТС. Взаимосвязь отдельных задач оптимизации,	4

	<p>Методы структурной оптимизации</p> <p>Прямой метод структурной оптимизации : одновременный поиск оптимальных условий по технологическим и структурным параметрам.</p> <p>Второе направление структурной оптимизации (метод ПОС): теория существования предельно оптимальных структур, обеспечивающих согласование локальных целей подсистемы без отклонения от локальных оптимумов в результате синтеза требуемого взаимодействия между элементами ХТС.</p> <p>Основные этапы оптимизации ХТС на стадии проектирования:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) общий анализ задачи оптимизации;</li> <li>2) определение критерия оптимизации;</li> <li>3) выбор оптимизирующих параметров и анализ их влияния на критерий оптимизации;</li> <li>4) составление математической модели ХТС;</li> <li>5) организация оптимальной стратегии оптимизации ХТС;</li> <li>6) выбор метода оптимизации и оптимальный расчет.</li> </ol>	
	<p><b>Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов</b></p> <p>Методы оптимизации химико-технологических процессов и систем</p>	5
	<p><b>Проработка лекционного курса и подготовка к практическим занятиям</b></p> <p>Методы расчета и оптимизации ХТС</p>	2
1,2	Курсовая работа	27
<b>ВСЕГО ЧАСОВ:</b>		<b>56</b>

### Перечень заданий для самостоятельной работы студентов

#### Тематика курсовой работы

- Синтез и расчет теплообменно-регенеративных систем риформинга;
- Распределение нагрузок между реакторами
- Оптимальное распределение нагрузок между параллельно работающими абсорбционными аппаратами
- Расчет рекуперативного подогрева сырья кубовой жидкостью;
- Оптимизация ХТС и использование вторичных материальных ресурсов (производство азотной кислоты)
- Оптимизация ХТС и использование вторичных энергетических ресурсов (производство стирола)
- Анализ и синтез энергохимикотехнологической схемы производства аммиака
- Расчет теплоутилизационной установки риформинга
- Расчет КТана

В курсовой работе требуется решить задачу создания энерго- и ресурсосберегающей химико-технологической системы в условиях типового производства с заданными параметрами работы.

Тематика курсовой работы определяется общей направленностью подготовки магистра.

В данной курсовой работе стоит задача анализа эффективности предлагаемой химико-технологической схемы. Рассматривается структура ХТС, технологические связи элементов ХТС и подсистем, рассчитываются основные показатели эффективности функционирования, как отдельных элементов, подсистем так и химико-технологической системы в целом. Решается задача создания энерго- и ресурсосберегающих ХТС.

В зависимости от числа критериев, по которым выполняется оптимизация объекта, различают однокритериальную и многокритериальную оптимизацию. В случае параметрического синтеза при известной структуре объекта подбираются параметры элементов таким образом, чтобы минимизировать (максимизировать) целевую функцию. При структурно-параметрическом синтезе помимо подбора параметров необходимо еще и определить структуру объекта.

Выбор оптимального решения или сравнения двух альтернативных решений проводится с помощью некоторой зависимой величины (функции), которая определяется проектными параметрами. Эта величина называется целевой функцией - это глобальный критерий оптимальности в математических моделях, с помощью которых описываются инженерные задачи или критерием качества. В процессе решения задачи оптимизации должны быть найдены такие значения проектных параметров, при которых целевая функция имеет максимум (или минимум).

Основные этапы решения задачи оптимизации:

- постановка задачи;
- построение математической модели задачи;
- решение математической модели задачи;
- принятие решений.

Обязательным элементом курсовой работы является расчетно-пояснительная записка.

Расчетно-пояснительная записка включает такие структурные части:

- титульный лист;
- задание на курсовую работу;
- содержание;
- введение;
- основная (расчетная) часть;
- обсуждение полученных результатов;
- заключение (выводы);
- список использованных источников.

Графическая часть курсовой работы включает в себя эскизы оборудования, диаграммы, принципиальные схемы.

Задание на курсовую работу выдается преподавателем, ведущим данную дисциплину.

#### **Список тем, выносимых для самостоятельного изучения**

*Тема 1.1. Системный анализ процессов химической технологии. Общие принципы анализа процессов химической технологии. Принципиальная блок-схема структуры типовых процессов.*

*Тема 1.2. Критерии оптимальности для теплообменников. Оценка влияния реальной структуры потоков в теплообменных аппаратах.*

*Тема 2.1. Классификация методов оптимизации ХТС.*

*Прямые методы безусловной оптимизации:*

- 1) вычисления только минимизируемой функции (безградиентные методы);
- 2) расчета первых производных (градиентные);
- 3) вычисления первых и вторых производных.

*Стратегии поиска методы Розенброка, Пауэлла, Гаусса—Зейделя, симплекс-метод.*

*Методы второго типа: методы градиента, наискорейшего спуска, Ньютона—Рафсона и их модификации.*

*Методы третьего типа: вычисление вторых производных, метод Флетчера—Пауэлла, который использует оригинальную аппроксимацию вторых производных Дэвидона, чем обеспечивает более высокую скорость сходимости, чем градиентные методы.*

*Ограничения условной оптимизации в прямых методах.*

*Тема 2.2. Группа методов оптимизации ХТС — декомпозиционные методы*

*Декомпозиционные методы оптимизации отдельных подсистем ХТС.*

*Взаимосвязь отдельных задач оптимизации,*

*Методы структурной оптимизации*

*Прямой метод структурной оптимизации* : одновременный поиск оптимальных условий по технологическим и структурным параметрам.

*Второе направление структурной оптимизации (метод ПОС):* теория существования предельно оптимальных структур, обеспечивающих согласование локальных целей подсистемы без отклонения от локальных оптимумов в результате синтеза требуемого взаимодействия между элементами ХТС.

*Основные этапы оптимизации ХТС на стадии проектирования:*

- 1) общий анализ задачи оптимизации;
- 2) определение критерия оптимизации;
- 3) выбор оптимизирующих параметров и анализ их влияния на критерий оптимизации;
- 4) составление математической модели ХТС;
- 5) организация оптимальной стратегии оптимизации ХТС;
- 6) выбор метода оптимизации и оптимальный расчет.

### 4.3. ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ

Таблица 8

№ раздела дисциплины	Трудоемкость, часов	Коды компетенций
1	50	ОК-4, ОК-5, ПК-1, ПК-4, ПК-8.1, ПК-9.1, ПК-10, ПК-12, ПК-14, ПК-16, ПК-19, ПК-24
2	76	ОК-4, ОК-5, ПК-1, ПК-4, ПК-8.1, ПК-9.1, ПК-10, ПК-12, ПК-14, ПК-16, ПК-19, ПК-24

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В учебном процессе применяются активные образовательные технологии (практические и лабораторные занятия).

**Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях**

Таблица 9

Семестр	Вид и тема занятия (лекция, практическое занятие, лабораторная работа)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
2	Лабораторная работа: <u>Технические системы энергоснабжения</u>	Презентация на основе современных мультимедийных средств  Расчет теплоутилизационной установки печи. Организация технических мероприятий минимизирующих необратимые потери высокотемпературных тепловых ВЭР. Расчет котла-утилизатора, КТАНа. Задания по вариантам.	4



<p>Лабораторная работа: <u>Теплоэнергоснабжение химических предприятий</u></p>	<p>Презентация на основе современных мультимедийных средств Оценка термодинамического совершенства технических систем. Эксергетический КПД. Коэффициенты преобразования энергии.</p>	4
<p>Лабораторная работа: <u>Энергосберегающие технологии утилизации низкотемпературных ВЭР</u></p>	<p>Презентация на основе современных мультимедийных средств Принципы встраивания энерготехнологического оборудования в химико-технологическую схему на примере технологии синтеза аммиака Задания по вариантам.</p>	4
<p>Лабораторная работа: <u>Ресурсосберегающие технологии.</u></p>	<p>Презентация на основе современных мультимедийных средств Оптимальное распределение нагрузок между параллельно работающими абсорбционными аппаратами. Варианты распределения газовой и жидкостной нагрузок.</p>	4
<p>Лабораторная работа: <u>Химические процессы и рециклы</u></p>	<p>Презентация на основе современных мультимедийных средств. Распределение нагрузок между реакторами Оптимальное распределение нескольких потоков сырья для параллельно работающих аппаратов безотносительно к типу аппарата. Задания по вариантам.</p>	4
<p>Лабораторная работа: <u>Оптимизация ХТС и использование вторичных материальных ресурсов</u></p>	<p>Презентация на основе современных мультимедийных средств Распределение нагрузок между реакторами с быстро падающей активностью катализатора. Принципы оптимального распределения нагрузок между реакторами идеального вытеснения.</p>	4
<p>Лабораторная работа: <u>Использование вторичных материальных ресурсов и безотходные производства.</u></p>	<p>Презентация на основе современных мультимедийных средств Режим полного использования исходных и промежуточных реагентов, минимальное значение рецикла. Режим с неполным использованием исходных реагентов с однозначно определяемыми концентрациями на выходе реактора.</p>	4
Итого:		28

2	Практические занятия <u>Принципы составления материальных балансов и материальные расчеты необратимых химико-технологических процессов.</u>	Презентация на основе современных мультимедийных средств Расчеты расходных коэффициентов. Составление и анализ материальных балансов по основным компонентам производств (решение задач).	4
	Практические занятия <u>Составление материальных балансов необратимых химико-технологических процессов.</u>	Презентация на основе современных мультимедийных средств Расчет материальных балансов промышленных процессов (решение задач).	4
	Практические занятия <u>Принципы составления энергетического (теплового) баланса и тепловые расчеты химико-технологических процессов.</u>	Презентация на основе современных мультимедийных средств Расчеты теплового баланса промышленных процессов (решение задач).	4
	Практические занятия <u>Оценка эффективности химического производства.</u>	Презентация на основе современных мультимедийных средств Расчет основных технологических показателей технологических процессов (решение задач).	4
	Практические занятия <u>Основные методы расчета ХТС.</u>	Презентация на основе современных мультимедийных средств Пример расчета материального баланса ХТС декомпозиционным модульным методом.	4
	Практические занятия <u>Эксергетические балансы и характеристики химико-технологических систем</u>	Презентация на основе современных мультимедийных средств Уравнения эксергетического баланса. Эксергетическая производительность.	
	Практические занятия <u>Анализ работы технической системы.</u>	Презентация на основе современных мультимедийных средств Анализ всех возможных видов взаимодействия потоков энергии и рабочих тел. Энерготехнологическая схема синтеза аммиака	4
Итого			28
Всего:			56

## 6. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Текущий контроль** освоения дисциплины студентами осуществляется в дискретные временные интервалы преподавателями, ведущими практические занятия, в форме оценки работы на практических занятиях.

**Промежуточный контроль** по результатам семестра проходит в форме устного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы) и защиты курсовой работы.

### Перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Из каких основных стадий состоит химико-технологический процесс?
2. Что такое химический процесс? Почему химический процесс как единичный процесс химической технологии сложнее по сравнению с тепловыми и массообменными?
3. Критерии эффективности химико-технологического процесса.
4. По каким признакам классифицируют сырье химической промышленности?
5. Что такое вторичные материальные ресурсы?
6. С какой целью проводится комплексная переработка сырья?
7. Основные виды энергетических ресурсов. Какие из них являются наиболее перспективными?
8. Эффективное использование вторичных энергетических ресурсов.
9. В чем состоит сущность энерготехнологии?
10. Составьте схемы использования твердых, жидких и газообразных видов топлива.
11. Приведите примеры использования в энерготехнологических процессах теплоты химических реакций.
12. Сформулируйте основные направления повышения эффективности использования сырьевых и топливных энергетических ресурсов.
13. Что такое эксергия?
14. Каковы возможности и цели эксергетического анализа технологических процессов?
15. Как рассчитать эксергию реакционного потока?
16. С какой целью в технике используют эксергетический КПД? Каковы пути увеличения эксергетического КПД?
17. Как изменится достигаемая в реакторе глубина превращения в том случае, если имеются застойные зоны: а) в реакторе, режим работы которого близок к идеальному смешению, б) в реакторе, режим работы которого близок к идеальному вытеснению?
18. В чем состоят принципиальные различия в условиях теплообмена для изотермического и адиабатического режимов работы реактора?
19. Составьте систему уравнений материального и теплового балансов для изотермического реактора идеального смешения.
20. Почему нельзя найти аналитическое решение системы уравнений материального и теплового балансов адиабатического реактора идеального смешения, работающего в стационарном режиме, относительно температуры в реакторе и достигаемой в нем степени превращения?
21. Используя графическое решение системы уравнений материального и теплового балансов адиабатического реактора идеального смешения, проанализируйте возможности увеличения достигаемой в реакторе степени превращения в случае проведения в нем: а) необратимой реакции, б) обратимой эндотермической реакции, в) обратимой экзотермической реакции.
22. Найдите графическое решение системы уравнений материального и теплового балансов реактора идеального смешения промежуточного типа при проведении в нем обратимой экзотермической реакции.
23. Какая величина выбирается в качестве критерия оптимальности при разработке оптимального температурного режима? Обоснуйте сделанный выбор.
24. В чем преимущества природного газа перед другими видами природного сырья для производства аммиака?
25. Какими соображениями руководствуются при выборе технологического режима основных стадий паровоздушной конверсии природного газа?
26. Составьте схему синтеза аммиака.
27. Учитывая особенности реакции синтеза аммиака, обоснуйте выбор давления и температурного режима.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

## 7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 10.

## Основная литература

№ п/п	Учебник, учебное пособие (приводится библиографическое описание учебника, учебного пособия)	Ресурс НТБ СамГТУ	Кол-во экз.
1	Лесин В. В., Лисовец Ю. П. <b>Основы методов оптимизации "Лань"</b> Издательство: 2011Год:3-е изд., испр.Издание: 352 стр. 978-5-8114-1217-4ISBN:	ЭБС издательства «Лань»	Электронный ресурс
2	Колбин В.В.Специальные методы оптимизации. "Лань" Издательство: 2014Год:1-е изд.Издание:384 стр. 978-5-8114-1536-6ISBN:	ЭБС издательства «Лань»	Электронный ресурс
3	Кочегурова Е.А.Теория и методы оптимизации ТПУ (Томский Политехнический Университет)Издательство: 978-5-4387-0237-5ISBN:2013Год:134 стр.	ЭБС издательства «Лань»	Электронный ресурс
4	Краснов И.Ю.Методы и средства энергосбережения на промышленных предприятиях. ТПУ (Томский Политехнический Университет)Издательство:ISBN:2013Год:181 стр.	ЭБС издательства «Лань»	Электронный ресурс
5	Михайлов С.А.Стратегическое управление энергосбережением в промышленности. "Финансы и статистика"Издательство:2010Год:288 стр. 978-5-279-03494-9ISBN	ЭБС издательства «Лань»	Электронный ресурс
6	<b>Сизова, Н. А.</b> Системы управления химико-технологическими процессами [Текст] : учеб.пособие / Н. А. Сизова, Г. ф. Скоробогатова ; Самар.гос.техн.ун-т. - Самара : [б. и.], 2010. - 132 с. : схем. - Библиогр.: с. 130. - ISBN 978-5-7964-1358-6 ГРНТИ <a href="#">50.47</a>	Электронный каталог НТБ СамГТУ	10
7	Сухарев А.Г., Тимохов А.В. , Федоров В.В. Курс методов оптимизации . "Физматлит"Издательство: 2011Год:2-е изд.Издание:384 стр.978-5-9221-0559-0ISBN:	ЭБС издательства «Лань»	Электронный ресурс

## Дополнительная литература

№ п/п	Учебник, учебное пособие, монография, справочная литература (приводится библиографическое описание)	Ресурс НТБ СамГТУ	Кол-во экз.
1	Савенок О.В.Разработка принципов, методов и технологий ресурсосбережения для нефтедобычи с учётом комплекса факторов. "Горная книга"Издательство: 2013Год:61 стр. 0236-1493ISBN:	ЭБС издательства «Лань»	Электронный ресурс
2	Макаров С.В. Принципы экологии и ресурсосбережения в масложировой промышленности. ИГХТУ (Ивановский государственный химико-технологический университет)Издательство: 2011Год:240 стр. 978-5-9616-0404-4ISBN:	ЭБС издательства «Лань»	Электронный ресурс
3	Кузнецова И.М., Харлампида Х. Э., Иванов В.Г., Чиркунов Э.В. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС.Под ред. Х.Э. Харлампида. "Лань"Издательство: 2014Год:2-е изд., перераб.Издание:384 стр.978-5-8114-1479-6ISBN:	ЭБС издательства «Лань»	Электронный ресурс
4	Измайлов А.Ф., Солодов М.В.Численные методы оптимизации. "Физматлит"Издательство: 2008Год:2-е изд., перераб. и доп.Издание:320 стр. 978-5-9221-0975-8ISBN:	ЭБС издательства «Лань»	Электронный ресурс
5	Васильев Ф.П. Методы оптимизации. Кн.1	ЭБС изда-	Элек-

	МЦНМО (Московский центр непрерывного математического образования)Издательство: 2011Год:624 стр. 978-5-94057-707-2ISBN: Васильев Ф.П. Методы оптимизации. Кн.2 МЦНМО (Московский центр непрерывного математического образования)Издательство: 2011Год:434 стр. 978-5-94057-708-9ISBN:	тельства «Лань»	тронный ресурс
6	Шурыгина Л.И., Суровой Э.П. Методы оптимизации химического эксперимента : учебное пособие. Ч. 1: Статистический анализ эксперимента. Издательство КемГУ (Кемеровский государственный университет)Издательство: 2009Год:57 стр. 978-5-8353-0926-9ISBN: Шурыгина Л.И., Суровой Э.П. Методы оптимизации химического эксперимента : учебное пособие. Ч. 2: Регрессионный анализ и статистическое планирование эксперимента. Издательство КемГУ (Кемеровский государственный университет)Издательство: 2011Год:66 стр.978-5-8353-1171-2ISBN:	ЭБС изда- тельства «Лань»	Элек- тронный ресурс
7	Аттетков А.В.Введение в методы оптимизации. "Финансы и статистика"Издательство: 2011Год:272 стр. 978-5-279-03251-8ISBN:	ЭБС изда- тельства «Лань»	Элек- тронный ресурс
8	Лисицын, Н. В. Химико-технологические системы: оптимизация и ресурсосбережение [Текст] : учеб.пособие / Н. В. Лисицын, В. К. Викторов, Н. В. Кузичкин. - СПб. : Менделеев, 2007. - 311 с. : ил., табл. - ISBN 5-94922-024-2	Электронный каталог НТБ СамГТУ	1
9	Беспалов, А. В. Системы управления химико-технологическими процессами [Текст] : учеб. / А.В.Беспалов, Н.И.Харитонов. - М. : Академкнига, 2007. - 690 с. : ил. - ISBN 978-5-94628-3 11-3(в пер.)	Электронный каталог НТБ СамГТУ	1
10	Закгейм, А. Ю. Общая химическая технология [Текст] : введ.вмоделирование хим.-технол.процессов:учеб.пособие / А. Ю. Закгейм. - 3-е изд.,перераб. и доп. - М. : Логос, 2009. - 302 с. : граф., ил., табл. - (Новая унив.б-ка). - ISBN 978-5-98704-289-5 (в пер.)	Электронный каталог НТБ СамГТУ	2

#### Методические указания и материалы

№ п/п	Лабораторные практикумы, методические указания, учебно-методические пособия (приводится библиографическое описание)	Ресурс НТБ СамГТУ	Кол-во экз.
1	Струченков В.И.Методы оптимизации в прикладных задачах Издательство "СОЛОН-Пресс"Издательство: 2009Год:320 стр. 978-5-91359-061-9ISBN:	ЭБС изда- тельства «Лань»	Элек- тронный ресурс
2	<u>Шкаруппа, С. П.</u> Химико-технологические системы [Текст] : учеб.пособие / С. П. Шкаруппа, Б. Ю. Смирнов, Г. Я. Богомолова ; Самар.гос.техн.ун-т. - Самара : [б. и.], 2009. - 105 с. : ил., схем., табл.	Электронный каталог НТБ СамГТУ	10

#### Периодические издания

1. Журнал «Экология и промышленность России»
2. Журнал «Экология производства»
3. Вестник СамГТУ. Серия «Технические науки».
4. Журнал «Газовая промышленность».
5. Журнал «Холодильная техника».

6. Журнал «Энергобезопасность и энергосбережение».

## 7.2. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

1. <http://www.scopus.com> – Поисковая система SciVerse (издательство «ELSEVIER»).
2. <http://www.sciencedirect.com> – Полнотекстовая база данных издательства «ELSEVIER» FREEDOM COLLECTION на платформе Science Direct;
3. <http://elibrary.ru> – Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.
4. <http://n-t.ru> – Электронная библиотека «Наука и техника».
5. <http://www.tehlit.ru> – Электронная библиотека Тех.Лит.ру.
6. <http://www.chem.msu.ru> – Химическая информационная сеть «Наука. Образование. Технология».
7. <http://ru.wikipedia.org> – Электронная свободная энциклопедия.
8. <http://www.articleinweb.ru/>...processy...apparaty...tehnologii.html> – Процессы и аппараты химической технологии. Статьи. Обзоры
9. <http://www.edu.ru> – Каталог образовательных интернет-ресурсов.
10. <http://rsl.ru> – Полнотекстовые ресурсы библиотеки диссертаций РГБ;
11. <http://www2.viniti.ru> – Базы данных ВИНТИ;
12. <http://www.nature.com> – Полнотекстовые ресурсы издательской группы «NATURE PG»;
13. <http://www.sevin.ru/fundecology> – Научно-образовательный портал «Фундаментальная экология»;
14. <http://studentum.net> – Электронная библиотека учебников;
15. <http://htpe.samgtu.ru> – сайт кафедры «Химическая технология и промышленная экология» ФГБОУ ВПО «СамГТУ».

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Лекционные занятия:
  - комплект электронных презентаций/слайдов,
  - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук, ...),
2. Практические занятия (семинарского типа):
  - компьютерный класс на 10 посадочных мест;
  - презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук, ...),
  - пакеты ПО общего назначения (текстовые редакторы, графические редакторы, ...),
3. Лабораторные работы:
  - компьютерный класс на 10 посадочных мест;
  - пакеты ПО общего назначения (текстовые редакторы, графические редакторы, ...),
  - шаблоны отчетов по лабораторным работам,
4. Прочее:
  - рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
  - рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.
  - ресурсы научно-технической библиотеки СамГТУ;
  - ресурсы ИВЦ СамГТУ.

**Дополнения и изменения в рабочей программе  
дисциплины на 20\_\_/20\_\_ уч.г.**

Внесенные изменения на 20\_\_/20\_\_ учебный год

**УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе**

\_\_\_\_\_  
(подпись, расшифровка подписи)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20... г

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1) .....
- 2) .....

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры

\_\_\_\_\_  
(дата, номер протокола заседания кафедры, подпись зав. кафедрой).

ОДОБРЕНА на заседании методической комиссии факультета " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г."

Эксперты методической комиссии по УГНП

\_\_\_\_\_  
*шифр наименование личная подпись расшифровка подписи дата*

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой

\_\_\_\_\_  
*наименование кафедры личная подпись расшифровка подписи дата*

Декан

\_\_\_\_\_  
*наименование факультета, где производится обучение, личная подпись расшифровка подписи дата*

Начальник УВО

\_\_\_\_\_  
*личная подпись расшифровка подписи дата*

## Аннотация рабочей программы

Дисциплина «Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем» относится к базовой части профессионального цикла дисциплин учебного плана подготовки магистров по направлению 18.04.02(241000.68) "ЭНЕРГО и РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ, НЕФТЕХИМИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ". Дисциплина реализуется на нефтетехнологическом факультете ФГБОУ ВПО «СамГТУ» кафедрой «Химическая технология и промышленная экология».

### Цели и задачи дисциплины.

Целью освоения дисциплины «Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем» является формирование у студентов общекультурных и профессиональных компетенций, необходимых для осуществления производственно-технологической, организационно-управленческой, научно-исследовательской, проектной и педагогической деятельности:

**ОК-4:** Использование на практике умений и навыков в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом;

**ОК-5:** способность проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности;

**ПК-1:** способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности;

**ПК-4:** способность формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их;

**ПК-8.1:** Готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку;

**ПК-9.1:** готовность к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования;

**ПК-10:** способность к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности;

**ПК-12:** способность разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов;

**ПК-14:** способность оценивать экономические и экологические последствия принимаемых организационно-управленческих решений;

**ПК-16:** способность находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности, стоимости и экологической безопасности производств;

**ПК-19:** способность к проектной деятельности в профессиональной сфере на основе системного подхода и использования моделей для описания и прогнозирования ситуаций, осуществления качественного и количественного анализа процессов в целом и отдельных технологических стадий;

**ПК-24:** Способность использовать пакеты прикладных программ при выполнении проектных работ.

Задачи изучения дисциплины – приобретение знаний, умений и навыков, способствующих формированию целевых компетенций.



## Требования к уровню освоения содержания дисциплины.

В результате изучения дисциплины студент должен

**знать:** одно и многокритериальные методы оптимизации процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения, принципы и методы математического анализа технологических процессов и систем, принципы организации технологических процессов при минимальных затратах сырья, энергии и воздействия на окружающую среду;

**уметь:** использовать методы и принципы оптимизации для создания энергосберегающих, ресурсосберегающих и экологически безопасных технологических систем;

**владеть:** навыками применения методов математического анализа для оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем, использования пакетов прикладных программ для решения задач энерго- и ресурсосбережения, методами их сравнительного анализа и оценкой эффективности их применения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методами математического моделирования в оптимизации и проектировании процессов химической технологии и биотехнологии, стратегию организации оптимального эксперимента, основные методы оптимизации химико-технологических процессов.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: *лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа студента, курсовая работа, консультации.*

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме выполнения лабораторных работ и оценки работы на практических занятиях и промежуточный контроль в форме экзамена и защиты курсовой работы.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные – 14 часов, лабораторные работы – 28 часов, практические занятия – 28 часов, 56 часов самостоятельной работы студента (в том числе 27 часов на выполнение курсовой работы) и 54 часа на подготовку к экзамену.

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Самарский государственный технический университет»

**Факультет нефтетехнологический**

**Кафедра Химическая технология и промышленная экология**

### **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**текущего контроля и промежуточной аттестации**

дисциплины: *Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем*

в составе основной образовательной программы по направлению подготовки :  
*18.04.02 (241000.68) Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии*

по уровню высшего образования: магистр

направленность (профиль) программы: *Промышленная экология и рациональное использование природных ресурсов*

## Паспорт фонда оценочных средств

**по дисциплине *Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем***

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные технологические принципы создания энерго- и ресурсосберегающих химических технологий.	ОК-4, ОК-5, ПК-1, ПК-4, ПК-8.1, ПК-9.1, ПК-10, ПК-12, ПК-14, ПК-16, ПК-19, ПК-24	Отчет по лабораторной работе Устный опрос: собеседование Зачет Экзамен
2	Системный многокритериальный анализ эффективности функционирования химических производств	ОК-4, ОК-5, ПК-1, ПК-4, ПК-8.1, ПК-9.1, ПК-10, ПК-12, ПК-14, ПК-16, ПК-19, ПК-24	Отчет по лабораторной работе Устный опрос: собеседование Зачет Экзамен

### ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Курсовой проект (курсовая работа)	Форма контроля для демонстрации студентом умений работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, способность создать содержательную презентацию выполненной работы	Перечень тем курсовых проектов (работ). Методические рекомендации по выполнению проекта* (работ). Образцы проектов (работ).
2	Разноуровневые задачи и задания	Различают задачи и задания: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; б) реконструктивного уровня, позволяющие	Комплект разноуровневых задач и заданий. Методические рекомендации* по выполнению и образцы выполненных заданий.

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
		оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения	
3	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины

*\*Методические рекомендации по видам работ могут содержаться в общих методических рекомендациях по СРС*

**Критерии оценки достижений студентом запланированных результатов освоения дисциплины в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации**

Оценка, уровень	Критерии
«отлично», повышенный уровень	Студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов расчетов
«хорошо», пороговый уровень	Студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты расчетов
«удовлетворительно», пороговый уровень	Студент показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой
«неудовлетворительно», уровень не сформирован	При ответе студента выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины

## Перечень заданий для самостоятельной работы студентов

### Список тем, выносимых для самостоятельного изучения

*Тема 1.1. Системный анализ процессов химической технологии. Общие принципы анализа процессов химической технологии. Принципиальная блок-схема структуры типовых процессов.*

*Тема 1.2. Критерии оптимальности для теплообменников. Оценка влияния реальной структуры потоков в теплообменных аппаратах.*

*Тема 2.1. Классификация методов оптимизации ХТС.*

*Прямые методы безусловной оптимизации:*

- 1) вычисления только минимизируемой функции (безградиентные методы);*
- 2) расчета первых производных (градиентные);*
- 3) вычисления первых и вторых производных.*

*Стратегии поиска методы Розенброка, Пауэлла, Гаусса—Зейделя, симплекс-метод.*

*Методы второго типа: методы градиента, наискорейшего спуска, Ньютона—Рафсона и их модификации.*

*Методы третьего типа: вычисление вторых производных, метод Флетчера—Пауэлла, который использует оригинальную аппроксимацию вторых производных Дэвидона, чем обеспечивает более высокую скорость сходимости, чем градиентные методы.*

*Ограничения условной оптимизации в прямых методах.*

*Тема 2.2. Группа методов оптимизации ХТС — декомпозиционные методы*

*Декомпозиционные методы оптимизации отдельных подсистем ХТС.*

*Взаимосвязь отдельных задач оптимизации,*

*Методы структурной оптимизации*

*Прямой метод структурной оптимизации : одновременный поиск оптимальных условий по технологическим и структурным параметрам.*

*Второе направление структурной оптимизации (метод ПОС): теория существования предельно оптимальных структур, обеспечивающих согласование локальных целей подсистемы без отклонения от локальных оптимумов в результате синтеза требуемого взаимодействия между элементами ХТС.*

*Основные этапы оптимизации ХТС на стадии проектирования:*

- 1) общий анализ задачи оптимизации;*
- 2) определение критерия оптимизации;*
- 3) выбор оптимизирующих параметров и анализ их влияния на критерий оптимизации;*
- 4) составление математической модели ХТС;*
- 5) организация оптимальной стратегии оптимизации ХТС;*
- 6) выбор метода оптимизации и оптимальный расчет.*

### Тематика курсовой работы

- Синтез и расчет теплообменно-регенеративных систем риформинга;
- Распределение нагрузок между реакторами
- Оптимальное распределение нагрузок между параллельно работающими абсорбционными аппаратами
- Расчет рекуперативного подогрева сырья кубовой жидкостью;
- Оптимизация ХТС и использование вторичных материальных ресурсов (производство азотной кислоты)
- Оптимизация ХТС и использование вторичных энергетических ресурсов (производство стирала)

- Анализ и синтез энергохимикотехнологической схемы производства аммиака
- Расчет теплоутилизационной установки риформинга
- Расчет КТАНа

В курсовой работе требуется решить задачу создания энерго- и ресурсосберегающей химико-технологической системы в условиях типового производства с заданными параметрами работы.

Тематика курсовой работы определяется общей направленностью подготовки магистра.

В данной курсовой работе стоит задача анализа эффективности предлагаемой химико-технологической схемы. Рассматривается структура ХТС, технологические связи элементов ХТС и подсистем, рассчитываются основные показатели эффективности функционирования, как отдельных элементов, подсистем так и химико-технологической системы в целом. Решается задача создания энерго- и ресурсосберегающих ХТС.

В зависимости от числа критериев, по которым выполняется оптимизация объекта, различают однокритериальную и многокритериальную оптимизацию. В случае параметрического синтеза при известной структуре объекта подбираются параметры элементов таким образом, чтобы минимизировать (максимизировать) целевую функцию. При структурно-параметрическом синтезе помимо подбора параметров необходимо еще и определить структуру объекта.

Выбор оптимального решения или сравнения двух альтернативных решений проводится с помощью некоторой зависимой величины (функции), которая определяется проектными параметрами. Эта величина называется целевой функцией - это глобальный критерий оптимальности в математических моделях, с помощью которых описываются инженерные задачи или критерием качества. В процессе решения задачи оптимизации должны быть найдены такие значения проектных параметров, при которых целевая функция имеет максимум (или минимум).

Основные этапы решения задачи оптимизации:

- постановка задачи;
- построение математической модели задачи;
- решение математической модели задачи;
- принятие решений.

Обязательным элементом курсовой работы является расчетно-пояснительная записка. Расчетно-пояснительная записка включает такие структурные части:

- титульный лист;
- задание на курсовую работу;
- содержание;
- введение;
- основная (расчетная) часть;
- обсуждение полученных результатов;
- заключение (выводы);
- список использованных источников.

Графическая часть курсовой работы включает в себя эскизы оборудования, диаграммы, принципиальные схемы.

Задание на курсовую работу выдается преподавателем, ведущим данную дисциплину.

Разработчик \_\_\_\_\_ Шкаруппа С.П. « 19 » декабря 2014 г.

## Перечень вопросов для промежуточной аттестации (экзамен)

### Перечень вопросов для подготовки к экзамену

28. Из каких основных стадий состоит химико-технологический процесс?
29. Что такое химический процесс? Почему химический процесс как единичный процесс химической технологии сложнее по сравнению с тепловыми и массообменными?
30. Критерии эффективности химико-технологического процесса.
31. По каким признакам классифицируют сырье химической промышленности?
32. Что такое вторичные материальные ресурсы?
33. С какой целью проводится комплексная переработка сырья?
34. Основные виды энергетических ресурсов. Какие из них являются наиболее перспективными?
35. Эффективное использование вторичных энергетических ресурсов.
36. В чем состоит сущность энерготехнологии?
37. Составьте схемы использования твердых, жидких и газообразных видов топлива.
38. Приведите примеры использования в энерготехнологических процессах теплоты химических реакций.
39. Сформулируйте основные направления повышения эффективности использования сырьевых и топливных энергетических ресурсов.
40. Что такое эксергия?
41. Каковы возможности и цели эксергетического анализа технологических процессов?
42. Как рассчитать эксергию реакционного потока?
43. С какой целью в технике используют эксергетический КПД? Каковы пути увеличения эксергетического КПД?
44. Как изменится достигаемая в реакторе глубина превращения в том случае, если имеются застойные зоны: а) в реакторе, режим работы которого близок к идеальному смешению, б) в реакторе, режим работы которого близок к идеальному вытеснению?
45. В чем состоят принципиальные различия в условиях теплообмена для изотермического и адиабатического режимов работы реактора?
46. Составьте систему уравнений материального и теплового балансов для изотермического реактора идеального смешения.
47. Почему нельзя найти аналитическое решение системы уравнений материального и теплового балансов адиабатического реактора идеального смешения, работающего в стационарном режиме, относительно температуры в реакторе и достигаемой в нем степени превращения?
48. Используя графическое решение системы уравнений материального и теплового балансов адиабатического реактора идеального смешения, проанализируйте возможности увеличения достигаемой в реакторе степени превращения в случае проведения в нем: а) необратимой реакции, б) обратимой эндотермической реакции, в) обратимой экзотермической реакции.
49. Найдите графическое решение системы уравнений материального и теплового балансов реактора идеального смешения промежуточного типа при проведении в нем обратимой экзотермической реакции.
50. Какая величина выбирается в качестве критерия оптимальности при разработке оптимального температурного режима? Обоснуйте сделанный выбор.
51. В чем преимущества природного газа перед другими видами природного сырья для

- производства аммиака?*
- 52. Какими соображениями руководствуются при выборе технологического режима основных стадий паровоздушной конверсии природного газа?*
  - 53. Составьте схему синтеза аммиака.*
  - 54. Учитывая особенности реакции синтеза аммиака, обоснуйте выбор давления и температурного режима.*

Разработчик \_\_\_\_\_ Шкаруппа С.П. « 19 » декабря 2014 г.

(подпись)



## Вопросы для собеседования

### Лабораторная работа №1. Технические системы энергоснабжения

1. Из каких основных стадий состоит химико-технологический процесс?
2. Что такое химический процесс? Почему химический процесс как единичный процесс химической технологии сложнее по сравнению с тепловыми и массообменными?
3. Критерии эффективности химико-технологического процесса.
4. В чем состоит сущность энерготехнологии?
5. Структура теплового баланса ХТС.

### Лабораторная работа №2 Теплоэнергоснабжение химических предприятий

1. Что такое вторичные материальные ресурсы?
2. С какой целью проводится комплексная переработка сырья?
3. Основные виды энергетических ресурсов. Какие из них являются наиболее перспективными?
4. Эффективное использование вторичных энергетических ресурсов.
5. Перечислите ВЭР.

### Лабораторная работа №3 Энергосберегающие технологии утилизации низкотемпературных ВЭР

1. Составьте схемы использования твердых, жидких и газообразных видов топлива.
2. Приведите примеры использования в энерготехнологических процессах теплоты химических реакций.
3. Сформулируйте основные направления повышения эффективности использования сырьевых и топливных энергетических ресурсов.
4. Какая величина выбирается в качестве критерия оптимальности при разработке оптимального температурного режима? Обоснуйте сделанный выбор.
5. Что такое КТАН?

### Лабораторная работа №4 Ресурсосберегающие технологии.

1. По каким признакам классифицируют сырье химической промышленности?
2. Что такое вторичные материальные ресурсы?
3. С какой целью проводится комплексная переработка сырья?
4. В чем преимущества природного газа перед другими видами природного сырья для производства аммиака?
5. Структура материального баланса ХТС.

### Лабораторная работа №5 Химические процессы и рециклы

1. Как изменится достигаемая в реакторе глубина превращения в том случае, если имеются застойные зоны: а) в реакторе, режим работы которого близок к идеальному смешению, б) в реакторе, режим работы которого близок к идеальному вытеснению?
2. В чем состоят принципиальные различия в условиях теплообмена для изотермического и адиабатического режимов работы реактора?
3. Составьте систему уравнений материального и теплового балансов для изотермического реактора идеального смешения.
4. Почему нельзя найти аналитическое решение системы уравнений материального и теплового балансов адиабатического реактора идеального смешения, работающего в стационарном режиме, относительно температуры в реакторе и достигаемой в нем степени превращения?
5. Анализ современного состояния процессов глубокой переработки углеводородного

сырья.

6. Анализ современного состояния технологического оформления процессов переработки углеродных материалов.

Лабораторная работа №6 Оптимизация ХТС и использование вторичных материальных ресурсов

1. Используя графическое решение системы уравнений материального и теплового балансов адиабатического реактора идеального смешения, проанализируйте возможности увеличения достигаемой в реакторе степени превращения в случае проведения в нем: а) необратимой реакции, б) обратимой эндотермической реакции, в) обратимой экзотермической реакции.
2. Найдите графическое решение системы уравнений материального и теплового балансов реактора идеального смешения промежуточного типа при проведении в нем обратимой экзотермической реакции.
3. Пути углубления переработки нефти. Комбинированные установки.
4. Производство нефтепродуктов специального назначения
5. Комбинирование технологических процессов переработки нефти

Лабораторная работа №7 Использование вторичных материальных ресурсов и безотходные производства

1. Какими соображениями руководствуются при выборе технологического режима основных стадий паровоздушной конверсии природного газа?
2. Составьте схему синтеза аммиака.
3. Учитывая особенности реакции синтеза аммиака, обоснуйте выбор давления и температурного режима.
4. Анализ современного состояния процессов глубокой переработки углеводородного сырья.
5. Поточные схемы современных НПЗ

Контролируемые компетенции ОК-4, ОК-5, ПК-1, ПК-4, ПК-8.1, ПК-9.1, ПК-10, ПК-12, ПК-14, ПК-16, ПК-19, ПК-24

Разработчик \_\_\_\_\_ Шкаруппа С.П. « 19 » декабря 2014 г.

**Протокол экспертизы соответствия уровня достижения студентом \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.) \_\_\_\_\_ запланированных результатов обучения по дисциплине *Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем***

Перечень компетенций по дисциплине	Структурные элементы заданий по дисциплине												
	Выполнение домашнего задания	Реферат	Расчетно-графические работы	Типовые расчеты	Подготовка и выступление с докладом	Написание эссе	Формирование отчета по лабораторным работам	Курсовой проект/работа	Вопросы 1	Вопрос 2	Вопрос 3	Вопрос 4	.....
	Виды СРС, предусмотренные рабочей программой дисциплины							Вопросы к экзамену					
<b>ОК-4:</b> Использование на практике умений и навыков в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом;	X	X	X		X	X							
<b>ОК-5:</b> способность проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности;	X	X	X		X	X							
<b>ПК-1:</b> способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности;	X	X	X		X	X							
<b>ПК-4:</b> способность формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их;	X	X	X		X	X							
<b>ПК-8.1:</b> Готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку;	X	X	X		X	X							

<b>ПК-9.1:</b> готовность к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования;	X	X	X		X	X							
<b>ПК-10:</b> способность к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности;	X	X	X		X	X							
<b>ПК-12:</b> способность разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов;	X	X	X		X	X							
<b>ПК-14:</b> способность оценивать экономические и экологические последствия принимаемых организационно-управленческих решений;	X	X	X		X	X							
<b>ПК-16:</b> способность находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности, стоимости и экологической безопасности производств;	X	X	X		X	X							
<b>ПК-19:</b> способность к проектной деятельности в профессиональной сфере на основе системного подхода и использования моделей для описания и прогнозирования ситуаций, осуществления качественного и количественного анализа процессов в целом и отдельных технологических стадий;	X	X	X		X	X							
<b>ПК-24:</b> Способность использовать пакеты прикладных программ при выполнении проектных работ.	X	X	X		X	X							

**Шкала оценивания:**

Виды СРС оцениваются по своевременности и качеству выполнения (до 50 баллов). Ответы на вопросы, решения задач, приведенных в экзаменационном билете или при сдаче зачета или результаты тестирования (до 50 баллов) Оценка студента за промежуточную аттестацию по учебной дисциплине, проставляемая в ведомость и

зачетную книжку, определяется по сумме баллов, набранной по приведенным оцениваемым элементам. Формирование оценки: от 80-100 баллов – «отлично»; от 65-80 баллов – «хорошо»; от 50-65 баллов – «удовлетворительно»

Разработчик \_\_\_\_\_ Шкарупа С.П.«\_19\_»\_декабря\_2014\_г.

















