

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Химического факультета

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающие химико-технологических систем**

Кафедра экологической химии и технологии  
химический факультет

Образовательная программа  
18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической  
технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки  
Охрана окружающей среды и рациональное использование природных  
ресурсов

Уровень высшего образования  
Магистратура

Форма обучения  
Очная

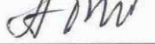
Статус дисциплины: базовая

Махачкала, 2016


Рабочая программа дисциплины «Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающие химико-технологических систем» составлена в 2016 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (уровень магистратуры) от «20» ноября 2014 г. № 1480.

Разработчик: кафедра экологической химии и технологии, Исаев А.Б, к.х.н., доцент.

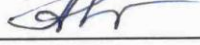
Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры экологической химии и технологии  
от «15» 06 2016г., протокол № 10

Зав. кафедрой  Алиев З.М.  
(подпись)

на заседании Методической комиссии химического факультета  
от «12» 06 2016г., протокол № 10

Председатель  Бабуев М.А.  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением.

« 20 » 06 2016 г.   
(подпись)

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающие химико-технологических систем» входит в базовую часть образовательной программы магистратуры по направлению 18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой экологической химии и технологии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формированием у обучающихся представлений о химико-технологических системах, оптимизации химико-технологических процессов, синтезе оптимальных энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем, компьютерных программах оптимизации химико-технологических систем. Дисциплина направлена на развитие навыков разрабатывать и анализировать наиболее приемлемые и альтернативные технологические процессы, прогнозировать технологические последствия на основе методов оптимизации, овладение методами оптимизации и организации, ресурсосберегающих химико-технологических систем.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных – ОПК-4, профессиональных – ПК- 6, 9.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме – контрольная работа, коллоквиум и промежуточный контроль в форме экзамена.

Объем дисциплины 4 зачетных единиц, в том числе 144 в академических часов по видам учебных занятий

Семес тр	Учебные занятия						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцирован ный зачет, экзамен)
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всего	из них						
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации		
9	144	12	32				100	экзамен

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающие химико-технологических систем» являются подготовка к решению производственных задач на базе знания основных принципов оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико- технологических систем, с тем, чтобы, используя полученные знания и навыки, магистрант мог грамотно решать организационные, научные и технические задачи в области организации энерго- и ресурсосберегающих систем.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающие химико-технологических систем» входит в базовую часть образовательной программы магистратуры по направлению 18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

До освоения дисциплины «Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем» должны быть изучены следующие дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии», «Массообменные процессы и аппараты», «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем».

При изучении указанных дисциплин формируются «входные» знания, умения, опыт и компетенции, необходимые для успешного освоения дисциплины «Методы оптимизации и организации энерго-и ресурсосберегающих химико-технологических систем».

Дисциплина «Методы оптимизации и организации энерго-и ресурсосберегающих химико-технологических систем» является основой для осуществления научно-исследовательской работы, выполнения их магистерской диссертации, а также других дисциплин из учебного плана магистров «Моделирование технологических и природных систем» и т.д.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
<b>ОПК-4</b>	готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических	<b>Знать:</b> основные методы математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем <b>Уметь:</b> использовать методы математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем <b>Владеть:</b> навыками использования



Модуль 1. Описание химико-технологических систем									
1	Обобщенный образ технологической системы	9	1-3	2		4		10	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
2	Интегральные уравнения преобразования потоков вещества и энергии в технологических системах	9	5-6	2		6		12	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
<i>Итого по модулю 1:</i>				<b>4</b>		<b>10</b>		<b>22</b>	Коллоквиум
Модуль 2. Основные технологические принципы создания энерго- и ресурсосберегающих химических технологий.									
3	Принципы создания ресурсосберегающих химических технологий.	9	7-9	2		6		10	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
4	Использование методов оптимизации при создании энерго- и ресурсосберегающих производств	9	10-12	2		6		10	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
<i>Итого по модулю 2:</i>				<b>4</b>		<b>12</b>		<b>20</b>	Коллоквиум
Модуль 3. Оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем									
5	Стратегия оптимизации и организации энерго- и ресурсосбережения	9	13-15	2		4		12	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
6	Интеллектуальные системы оптимизации химико-технологических систем	9	16-18	2		6		10	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
<i>Итого по модулю 3:</i>				<b>4</b>		<b>10</b>		<b>22</b>	Коллоквиум
Модуль 4. Подготовка к экзамену									
	Подготовка к экзамену	9						36	экзамен
<i>Итого по модулю 4:</i>								<b>36</b>	экзамен
<b>ИТОГО:</b>				<b>12</b>		<b>32</b>		<b>100</b>	<b>экзамен</b>

#### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

##### **Модуль 1. Описание химико-технологических систем**

**Тема 1. Обобщенный образ технологической системы.** Основные понятия и определения: ресурсосбережение, энергосбережение, безотходное химическое производство и малоотходное химическое производство, ресурсосберегающее химическое производство. Проблемы энерго- и

ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии, биотехнологии: - энергоёмкость существующих технологических процессов в химической и нефтехимической технологии, биотехнологии; - показатели ресурсосбережения промышленных химических производств; - пути энерго- и ресурсосбережения на различных иерархических уровнях; - роль термодинамического подхода в решении задач энерго- и ресурсосбережения в химическом производстве. 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.

**Тема 2. Интегральные уравнения преобразования потоков вещества и энергии в технологических системах.** Уравнение балансов потоков масс 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.

**Модуль 2. Основные технологические принципы создания энерго- и ресурсосберегающих химических технологий.**

**Тема 3. Основные технологические принципы создания ресурсосберегающих химических технологий.** Уравнение баланса потоков энергии. 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.

**Тема 4. Использование методов оптимизации при создании энерго- и ресурсосберегающих производств.** Прямая структурно-декомпозиционная, структурно-параметрическая оптимизация ХТС в задачах энерго- и ресурсосбережения в химической технологии. Классификация методов многокритериальной оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов и систем. Техничко-экономический критерий эффективности. Методология энерго- и ресурсосбережения многокомпонентных каталитических процессов. Гипотетически обобщенная технологическая

структура. Парето оптимизация технологических, конструкционных и структурных параметров.

### **Модуль 3. Оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем**

**Тема 5. Стратегия оптимизации и организации энерго- и ресурсосбережения.** 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.

**Тема 6. Интеллектуальные системы оптимизации химико-технологических систем.** Физико-химические модели - основа для построения интеллектуальных систем. 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. Учет физико-химических особенностей процесса при разработке новых компьютерных технологий. Выбор и обоснование рациональных способов представления экспертных знаний об изучаемом процессе. Принципы выбора гидродинамического режима работы реактора при математическом моделировании. Оценка численных значений параметров математических моделей.

#### **Темы лабораторных работ**

1. Составление материальных балансов и материальные расчеты химико-технологических процессов.
2. Расчеты теплового баланса промышленных процессов
3. Расчет основных технологических показателей технологических процессов
4. Оптимизация химико-технологических систем
5. Расчет каскада абсорбционных установок

### **5. Образовательные технологии**

Рекомендуемые образовательные технологии:

- ✓ на лекциях по всем разделам используется демонстративный материал в виде презентаций;
- ✓ лабораторные работы выполняются студентами самостоятельно под контролем лаборанта и преподавателя.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах (лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция с запланированными ошибками), определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе по данной дисциплине они должны составлять не менее 12 часов аудиторных



занятий. При чтении данного курса применяются такие виды лекций, как вводная, лекция-информация, обзорная, проблемная, лекция-визуализация. Занятия лекционного типа составляют 30% аудиторных занятий.

Для аттестации студентов по каждому модулю должны проводиться контрольные работы. В качестве итогового контроля проводится экзамен.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

### **6.1. Виды и порядок выполнения самостоятельной работы**

1. Изучение рекомендованной литературы.
2. Поиск в интернете дополнительного материала
3. Подготовка к отчетам по лабораторным работам.
4. Решение экспериментальных и расчетных задач.
5. Подготовка к коллоквиуму.
6. Подготовка к экзамену.

№	Вид самостоятельной работы	Вид контроля	Учебно-методич. обеспечение
1.	Подготовка к отчетам по лабораторным работам	Проверка выполнения расчетов, оформления работы в лабораторном журнале и проработки вопросов к текущей теме по рекомендованной литературе.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
2.	Решение экспериментальных и расчетных задач	Проверка домашних заданий.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
3.	Подготовка к коллоквиуму	Промежуточная аттестация в форме контрольной работы.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
4.	Подготовка к экзамену.	Опрос по экзаменационным билетам	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.

1. Текущий контроль: подготовка к отчетам по лабораторным работам.
2. Текущий контроль: решение экспериментальных и расчетных задач.
3. Промежуточная аттестация в форме контрольной работы.

*Текущий контроль* успеваемости осуществляется непрерывно, на протяжении всего курса. Прежде всего, это устный опрос по ходу лабораторных занятий, выполняемый для оперативной активизации внимания студентов и оценки их уровня восприятия. Результаты устного опроса учитываются при выборе индивидуальных задач для решения. Каждую неделю осуществляется проверка выполнения расчетов, оформления работы в лабораторном журнале.

*Промежуточный контроль* проводится в форме контрольной работы, в которой содержатся теоретические вопросы и задачи.

*Итоговый контроль* проводится в виде устного экзамена.

Оценка «отлично» ставится за уверенное владение материалом курса.

Оценка «хорошо» ставится при полном выполнении требований к прохождению курса и умении ориентироваться в изученном материале.

Оценка «удовлетворительно» ставится при достаточном выполнении требований к прохождению курса и владении конкретными знаниями по программе курса.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если требования к прохождению курса не выполнены и студент не может показать владение материалом.

## **7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОПК-4	Знать: основные методы математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем	Устный опрос, письменный опрос
	Уметь: использовать методы математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем	Письменный опрос
	Владеть: навыками использования методов математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем.	Мини-конференция
ПК-6	Знать: основные принципы построения математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем;	Устный опрос, письменный опрос
	Уметь: использовать математические модели при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и разрабатывать технологический режим с позиций энерго-ресурсосбережения;	Письменный опрос
	Владеть: навыками использования математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и способами оценки различных вариантов энерго- и ресурсосберегающих технологических схем.	Мини-конференция
ПК-9	Знать: особенности оптимизации технологических процессов для уменьшения расходов энергетических и сырьевых	Устный опрос, письменный опрос

	ресурсов с целью повышения экономической эффективности процесса	
	Уметь: подбирать критерий оптимизации технологических процессов для уменьшения расходов энергетических и сырьевых ресурсов и повышения экологической безопасности	Письменный опрос
	Владеть: методами оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающие химико-технологических систем	Мини-конференция

## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

### ОПК-4

Схема оценки уровня формирования компетенции «готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый, продвинутый	Знать: основные методы математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем	Неполные знания основных методов математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем	Сформированные, но содержащие пробелы знания основных методов математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем	Сформированные и систематические знания основных методов математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем
	Уметь: использовать методы математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем	В целом успешное, но не систематическое умение использовать методы математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать методы математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем	Успешное и систематическое умение использовать методы математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем
	Владеть: навыками использования	В целом успешное, но не	В целом успешное, но содержащее	Успешное и систематическое

	методов математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем.	систематическое владение навыками использования методов математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем.	отдельные пробелы владение навыками использования методов математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем.	владение навыками использования методов математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем.
--	--	--	--	--

### ПК-6

Схема оценки уровня формирования компетенции «готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый, продвинутый	Знать: основные принципы построения математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем	Неполные знания основных принципов построения математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем	Сформированные, но содержащие пробелы знания основных принципов построения математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем	Сформированные и систематические знания основных принципов построения математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем
	Уметь: использовать математические модели при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и разрабатывать технологический режим с позиций энерго-ресурсосбережения	В целом успешное, но не систематическое умение использовать математические модели при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и разрабатывать технологический режим с позиций энерго-ресурсосбережения	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать математические модели при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и разрабатывать технологический режим с позиций энерго-ресурсосбережения	Успешное и систематическое умение использовать математические модели при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и разрабатывать технологический режим с позиций энерго-ресурсосбережения

	Владеть: навыками использования математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и способами оценки различных вариантов энерго- и ресурсосберегающих технологических схем.	В целом успешное, но не систематическое владение навыками использования математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и способами оценки различных вариантов энерго- и ресурсосберегающих технологических схем	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками использования математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и способами оценки различных вариантов энерго- и ресурсосберегающих технологических схем	Успешное и систематическое владение навыками использования математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и способами оценки различных вариантов энерго- и ресурсосберегающих технологических схем
--	---	--	--	---

### ПК-9

Схема оценки уровня формирования компетенции «способность к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый, продвинутый	Знать: особенности оптимизации технологических процессов для уменьшения расходов энергетических и сырьевых ресурсов с целью повышения экономической эффективности процесса	Неполные знания особенностей оптимизации технологических процессов для уменьшения расходов энергетических и сырьевых ресурсов с целью повышения экономической эффективности процесса	Сформированные, но содержащие пробелы знания особенностей оптимизации технологических процессов для уменьшения расходов энергетических и сырьевых ресурсов с целью повышения экономической эффективности процесса	Сформированные и систематические знания особенностей оптимизации технологических процессов для уменьшения расходов энергетических и сырьевых ресурсов с целью повышения экономической эффективности процесса
	Уметь: подбирать критерий оптимизации технологических процессов для уменьшения расходов энергетических и сырьевых ресурсов и	В целом успешное, но не систематическое умение подбирать критерий оптимизации технологических процессов для уменьшения расходов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение подбирать критерий оптимизации технологических процессов для уменьшения расходов	Успешное и систематическое умение подбирать критерий оптимизации технологических процессов для уменьшения расходов энергетических и

	повышения экологической безопасности	энергетических и сырьевых ресурсов и повышения экологической безопасности	энергетических и сырьевых ресурсов и повышения экологической безопасности	сырьевых ресурсов и повышения экологической безопасности
	Владеть: методами оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающие химико-технологических систем	В целом успешное, но не систематическое владение методами оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающие химико-технологических систем	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение методами оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающие химико-технологических систем	Успешное и систематическое владение методами оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающие химико-технологических систем

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

### 7.3. Типовые контрольные задания

#### Контрольные вопросы

1. Стадии химико-технологического процесса
2. Химический процесс, как процесс химической технологии
3. Критерии эффективности химико-технологического процесса.
4. Классификация сырья химической промышленности.
5. Вторичные материальные ресурсы.
6. Комплексная переработка сырья.
7. Основные виды энергетических ресурсов.
8. Эффективное использование вторичных энергетических ресурсов.
9. Схемы использования твердых, жидких и газообразных видов топлива.
10. Использование теплоты химических реакций.
11. Основные направления повышения эффективности использования сырьевых и топливных энергетических ресурсов.
12. Эксергия.
13. Эксергетический анализ технологических процессов.
14. Различия в условиях теплообмена для изотермического и адиабатического режимов работы реактора.
15. Материальный баланс реактора идеального смешения.
16. Тепловой баланс реактора идеального смешения.
17. Графическое решение системы уравнений материального и теплового балансов адиабатического реактора идеального смешения.
18. Критерий оптимальности при разработке оптимального температурного режима.

### 7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний,

умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 70% и промежуточного контроля - 30%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 15 баллов,
- выполнение лабораторных заданий - 20 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 20 баллов.
- тестирование – 15 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- письменная контрольная работа - 30 баллов.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

а) основная литература:

1. Косинцев В.И., Михайличенко А.И., Крашенинникова Н.С., Миронов В.М., Сутягин В.М. Основы проектирования химических производств М. ИКЦ «Академкнига» 2010 <http://window.edu.ru/resource/145/75145/files/book-3.pdf>
2. Общая химическая технология: Методология проектирования химико-технологических процессов: учеб. для студентов вузов / Кузнецова И.М. под ред. Харлампыди Х.Э. - Изд. 2-е, перераб. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2013. - 447 с.
3. Дворецкий С.И., Егоров А.Ф., Дворецкий Д.С. Компьютерное моделирование и оптимизация технологических процессов и оборудования. 2003. <http://window.edu.ru/library/pdf2txt/024/22024/5237/page15>
4. [Бесков С.Д. Техно-химические расчеты - М.: Высш. школа, 1962](#)
5. [Рейз Г. Монтажное проектирование химических производств в США - Ленинград, Москва: Издательство литературы по строительству, 1966](#)
6. [Струченков В.И. Методы оптимизации в прикладных задачах - М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009](#)
7. [Принципы наилучшего использования сырья, энергии, оборудования. Проверка технологической концепции материальным и энергетическим балансами: Методическое пособие Грошева Л.П.](#)

б) дополнительная литература:

1. [Улитин Н.В., Терещенко К.А. Методы моделирования кинетики процессов синтеза и молекулярно-массовых характеристик полимеров: монография - Казань: Издательство КНИТУ, 2014](#)
2. Кафаров В.В. Анализ и синтез химико-технологических систем: учебник для хим.-технол. спец. вузов / Кафаров В.В., Мешалкин В.П. - М.: Химия, 1991. - 43 с.
3. Кафаров В.В. Математическое моделирование основных процессов химических производств: [учеб. пособие для хим.-технол. спец. вузов] / Кафаров В.В., Глебов М.Б. - М.: Высшая шк., 1991. - 399 с.
4. Бесков В.С. Моделирование каталитических процессов и реакторов /

Бесков В.С., Флокк, Вольфганг. - М.: Химия, 1991. - 252 с.

5. Быков И. Моделирование критических явлений в химической кинетике: Отв. ред. А.И. Вольперт; Ан СССР, Сиб. отд-ние / И. Быков. - М.: Наука, 1988. - 262с.

6. [Морозова О.Г., Пен Р.З., Фоменко Ю.П. Принципы оптимизации качества воды водоема- охладителя Березовской ГРЭС-1 для технологических целей и аквакультуры - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2011](#)

7. [Агеев Л.М., Корольков С.И. Химико-технический контроль и учет гидролизного и сульфитно-спиртового производства - Москва, Ленинград: Гослесбумиздат, 1953](#)

8. [Александровский Н.М. Элементы теории оптимальных систем автоматического управления - М.: Энергия, 1969](#)

9. [Алексеев М.И., Ермолин Ю.А. Оптимизация процесса водоотведения в крупных городах: монография - М.: Издательство АСВ, 2013](#)

10. [Болтянский В.Г. Математические методы оптимального управления - М.: Изд-во "Наука", 1969](#)

11. [Быков С.А., Щучка Т.А. Математическое моделирование и оптимизация процесса получения кофейного экстракта: монография - Елец: Елецкий государственный университет им И.А. Бунина, 2010](#)

## **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1. <http://elib.dgu.ru> Электронная библиотека ДГУ

2. [http://window.edu.ru/window/catalogp\\_rid=59576](http://window.edu.ru/window/catalogp_rid=59576) .

3. <http://www.fptl.ru/biblioteka/paht.html>

4. <http://window.edu.ru/resource/369/76369>

5. Гартман Т.Н. Компьютерное моделирование энерго - и ресурсосберегающих химических производств // Программные продукты и системы. 2002. №4. <http://www.swsys.ru/index.php?page=article&id=676>

6. Дворецкий С.И., Егоров А.Ф., Дворецкий Д.С. Компьютерное моделирование и оптимизация технологических процессов и оборудования. 2003. <http://window.edu.ru/library/pdf2txt/024/22024/5237/page15>

7. Дворецкий Д.С., Дворецкий С.И., Островский Г.М. Новые подходы к проектированию химико-технологических процессов, аппаратов и систем в условиях интервальной неопределенности <http://window.edu.ru/resource/073/80073/files/dvorecky.pdf>

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

**Лекционный курс.** В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение современных научных материалов, с целью формирования у студентов знаний и умений в области процессов и аппаратов в химической технологии. В тетради для конспектирования лекций записи должны быть избирательными, полностью следует записывать только определения. В конспекте рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникшие у студентов в ходе лекции,



рекомендуется записывать на полях, и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю.

Студенту необходимо активно работать с конспектом лекций: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций следует использовать при подготовке к практическим занятиям экзамену, модульным контрольным, при выполнении самостоятельных заданий.

**Лабораторные занятия.** Перед началом лабораторных занятий, студент должен самостоятельно изучить методику выполнения и получить допуск у преподавателя. В ходе лабораторных занятий студент под руководством преподавателя выполняет лабораторные задания, позволяющие закрепить лекционный материал по изучаемой теме, научиться выполнять статистическую обработку полученных данных, научиться работать с методиками, руководящими документами, информацией различного уровня.

Студент должен вести активную познавательную работу. Целесообразно строить ее в форме наблюдения, эксперимента и конспектирования. Важно научиться включать вновь получаемую информацию в систему уже имеющихся знаний. Необходимо также анализировать материал для выделения общего в частном и, наоборот, частного в общем.

**Самостоятельная работа** выполняется студентом в виде конспектирования первоисточника, закрепления материала при выполнении практических работ по теме. Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет, экзамен). При этом проводится: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
Системный анализ процессов химической технологии.	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
Классификация методов оптимизации химико-технологических систем	-проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе), подготовка докладов на практические занятия, к участию в тематических дискуссиях;
Основные этапы оптимизации химико-технологических систем	-поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка;
Общие принципы анализа процессов химической технологии.	- работа с вопросами для самопроверки;
Принципиальная блок-схема структуры типовых процессов	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
Критерии оптимальности для теплообменников	-проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и
Оценка влияния реальной структуры потоков в теплообменных аппаратах	

Прямые методы безусловной оптимизации	научной литературе), подготовка докладов на практические занятия, к участию в тематических дискуссиях; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка; - работа с вопросами для самопроверки
Ограничения условной оптимизации в прямых методах	
Декомпозиционные методы оптимизации отдельных подсистем химико-технологических систем	

### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Методы оптимизации и организации энерго-и ресурсосберегающих химико-технологических систем» используются следующие информационные технологии:

- Занятия компьютерного тестирования.
- Демонстрационный материал применением проектора и интерактивной доски.
- Компьютерные программы для статистической обработки результатов анализа.
- Программы пакета Microsoft Office
- Программа Mathcad

### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

В соответствии с требованиями ФГОСЗ+ кафедра имеет специально оборудованную учебную аудиторию для проведения лекционных занятий по потокам студентов, помещения для лабораторных работ на группу студентов из 12-14 человек и вспомогательное помещение для хранения химических реактивов и профилактического обслуживания учебного и учебно-научного оборудования.

Помещение для лекционных занятий укомплектовано комплектом электропитания, специализированной мебелью и оргсредствами (доска аудиторная для написания мелом и фломастером, стойка-кафедра, стол лектора, стул-кресло, столы аудиторные двухместные (1 на каждых двух студентов), стул аудиторный (1 на каждого студента), а также техническими средствами обучения (экран настенный с электроприводом и дистанционным управлением, мультимедиа проектор с ноутбуком).

Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных компьютерных классах.