

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Химический факультет

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих  
процессов производства стекла и силикатных материалов**

Кафедра экологической химии и технологии  
химического факультета

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

Профиль подготовки  
Энерго- и ресурсосберегающие процессы производства стекла и  
стеклокомпозитов

Уровень высшего образования  
Магистратура

Форма обучения  
Очно-заочная

Статус дисциплины: базовая

Махачкала, 2020

Рабочая программа дисциплины «Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих процессов производства стекла и силикатных материалов» составлена в 2020 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 «18» 01 2020 г., протокол № 5

Зав. кафедрой  Исаев А.Б.  
(подпись)

на заседании Методической комиссии химического факультета  
от «21» 02 2020 г., протокол № 6

Председатель  Гасангаджиева У.Г.  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим

управлением  
«20» 03 2020 г.  Гасангаджиева А.Г.  
(подпись)

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих процессов производства стекла и силикатных материалов» 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 производства стекла и силикатных материалов, оптимизации химико-технологических процессов производства стекла и силикатных материалов, 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 процессов производства стекла и силикатных материалов.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных – ОПК-4 профессиональных – ПК-1, 6, 7, 8, 9, 10.

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 академических часа по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:							
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен	
		всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР		
3	144	26	8	18			118	экзамен

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих процессов производства стекла и силикатных материалов» являются подготовка к решению задач при производстве производства стекла и силикатных материалов 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 энерго- и ресурсосберегающих процессов производства стекла и силикатных материалов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих процессов производства стекла и силикатных материалов» 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 процессов производства стекла и силикатных материалов» должны быть изучены следующие дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии», «Массообменные процессы и аппараты», «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов».

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

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
ОПК-4	готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез	Знать: основные методы математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем Уметь: использовать методы математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем Владеть: навыками использования методов математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем.
ПК-1	способность формулировать научно-исследовательские задачи в области	Знать: общие вопросы теории и практики оптимизации и организации энерго-и ресурсосберегающих химико-технологических систем с позиций, энерго- и ресурсосбережения

	реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их	<p>Уметь: формулировать научно-исследовательские задачи оптимизации и организации энерго-и ресурсосберегающих химико-технологических систем, анализировать результаты исследования ХТС и делать выводы на основе анализа</p> <p>Владеть: навыками решения научно-исследовательских задач оптимизации и организации энерго-и ресурсосберегающих химико-технологических систем для реализации процессов энерго- и ресурсосбережения</p>
ПК-6	готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку	<p>Знать: основные принципы построения математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем;</p> <p>Уметь: использовать математические модели при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и разрабатывать технологический режим с позиций энерго- ресурсосбережения;</p> <p>Владеть: навыками использования математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и способами оценки различных вариантов энерго- и ресурсосберегающих технологических схем.</p>
ПК-7	готовность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке	<p>Знать: специфику функционирования энерго-ресурсосберегающих технологий, виды и особенности оборудования и технологической оснастки для оптимизации и организации энерго-и ресурсосберегающих ХТС</p> <p>Уметь: разрабатывать мероприятия по энерго-ресурсосбережению, проводить выбор оборудования и технологической оснастке при оптимизации и организации энерго-и ресурсосберегающих ХТС</p> <p>Владеть: приемами и методами использования мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке химических производств для их оптимизации</p>
ПК-8	готовность к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования	<p>Знать: приемы разработки технических заданий на проектирование и изготовление оборудования с учетом решения задач оптимизации и организации энерго-и ресурсосберегающих ХТС</p> <p>Уметь: определять основные параметры ХТС при проектировании и их реализации путем моделирования</p> <p>Владеть: навыками разработки технических заданий на проектирование и изготовление</p>

		оборудования с учетом решения задач оптимизации и организации энерго-и ресурсосберегающих ХТС
ПК-9	способность к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности	Знать: особенности 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 повышения экологической безопасности Владеть: методами оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающие химико-технологических систем
ПК-10	способностью оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий	Знать: особенности технологических процессов; основы инновационной деятельности; методы оценки эффективности инвестиционных проектов; Уметь: принимать экономически обоснованные решения при осуществлении инновационно-технологических преобразований; Владеть: современными методиками расчета и анализа экономической эффективности технологических процессов; основами технологического менеджмента

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические	Лабораторные	Контроль		
	Модуль 1. Описание химико-технологических производств стекла и силикатных материалов								
1	Обобщенный образ производства стекла и силикатных материалов	11	1-3	2		3		12	Устный опрос
2	Интегральные уравнения преобразования	11	5-6			3		16	Устный опрос

	потоков вещества и энергии при производстве стекла								
	<i>Итого по модулю 1:</i>			<b>2</b>		<b>6</b>		<b>28</b>	Коллоквиум
	Модуль 2. Основные технологические принципы создания энерго- и ресурсосберегающих производства стекла и силикатных материалов								
3	Принципы создания ресурсосберегающих технологий производства стекла.	11	7-9	2		3		12	Устный опрос
4	Использование методов оптимизации при создании энерго - и ресурсосберегающих производств стекла и силикатных материалов	11	10-12			3		16	Устный опрос
	<i>Итого по модулю 2:</i>			<b>2</b>		<b>6</b>		<b>28</b>	Коллоквиум
	Модуль 3. Оптимизации и организации энерго - и ресурсосберегающих процессов получения стекла								
5	Стратегия оптимизации и организации энерго - и ресурсосбережения в силикатной промышленности	11	13-15	2		3		12	Устный опрос
6	Интеллектуальные системы оптимизации химико-технологических систем	11	16-18	2		3		14	Устный опрос
	<i>Итого по модулю 3:</i>			<b>4</b>		<b>6</b>		<b>26</b>	Коллоквиум
	Модуль 4. Подготовка к экзамену								
	Подготовка к экзамену							36	экзамен
	<i>Итого по модулю 4:</i>							<b>36</b>	экзамен
	<b>ИТОГО:</b>			<b>8</b>		<b>18</b>		<b>118</b>	<b>экзамен</b>

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

#### 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

#### **Модуль 1. Описание химико-технологических производств стекла и силикатных материалов**

**Тема 1. Обобщенный образ производства стекла и силикатных материалов.** Основные понятия и определения: ресурсосбережение, энергосбережение, безотходное химическое производство и малоотходное химическое производство, ресурсосберегающее химическое производство. Проблемы энерго - и ресурсосбережения в силикатной промышленности: - энергоемкость существующих технологических процессов в силикатной промышленности; - показатели ресурсосбережения силикатных производств; - пути энерго - и ресурсосбережения на различных иерархических уровнях; - роль термодинамического подхода в решении задач энерго - и

ресурсосбережения при производстве стекла и силикатных материалов. 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 при производстве стекла.** 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 производства стекла и силикатных материалов.**

**Тема 3. Принципы создания ресурсосберегающих технологий производства стекла.** Уравнение баланса потоков энергии. Различные варианты технологических схем производства стекла и оценка 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 газа в трубопроводе, противоточный теплообменник, адиабатный реактор и реактор с внешним теплообменом. 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 стекла и силикатных.** Прямая структурно-декомпозиционная, структурно-параметрическая оптимизация силикатных производств в задачах энерго- и ресурсосбережения. Классификация методов многокритериальной оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов и систем. Техничко-экономический критерий эффективности. Методология энерго- и ресурсосбережения многокомпонентных технологических процессов. Гипотетически обобщенная технологическая структура. Парето оптимизация технологических, конструкционных и структурных параметров.

**Модуль 3. Оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих процессов получения стекла**

**Тема 5. Стратегия оптимизации и организации энерго- и ресурсосбережения в силикатной промышленности.** 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 силикатных 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.

#### *4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.*

**Модуль 1. Описание химико-технологических производств стекла и силикатных материалов**

**Тема 1. Обобщенный образ производства стекла и силикатных материалов.**

**Тема 2. Интегральные уравнения преобразования потоков вещества и энергии при производстве стекла.** Составление материальных балансов и материальные расчеты процессов производства стекла и силикатных материалов.

**Модуль 2. Основные технологические принципы создания энерго- и ресурсосберегающих производств стекла и силикатных материалов.**

**Тема 3. Принципы создания ресурсосберегающих технологий производства стекла.** Расчеты теплового баланса производства стекла.

**Тема 4. Использование методов оптимизации при создании энерго- и ресурсосберегающих производств стекла и силикатных.** Расчет основных технологических показателей производства стекла.

**Модуль 3. Оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих процессов получения стекла**

**Тема 5. Стратегия оптимизации и организации энерго- и ресурсосбережения в силикатной промышленности.** Оптимизация производства стекла и силикатных материалов

**Тема 6. Интеллектуальные системы оптимизации химико-технологических систем.** Расчет стеклоплавильных печей.

## 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 8 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.

<b>Код компетенции из ФГОС ВО</b>	<b>Наименование компетенции из ФГОС ВО</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Процедура освоения</b>
ОПК-4	готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез	Знает основные методы математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем	Устный опрос, письменный опрос
		Умеет 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-1	способность формулировать	Знать: общие вопросы теории и практики оптимизации и	Устный

	научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их	организации энерго-и ресурсосберегающих химико-технологических систем с позиций энерго- и ресурсосбережения	опрос, письменный опрос
		Уметь: формулировать научно-исследовательские задачи оптимизации и организации энерго-и ресурсосберегающих химико-технологических систем, анализировать результаты исследования ХТС и делать выводы на основе анализа	Письменный опрос
		Владеть: навыками решения научно-исследовательских задач оптимизации и организации энерго-и ресурсосберегающих химико-технологических систем для реализации процессов энерго- и ресурсосбережения	Мини-конференция
ПК-6	готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку	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-7	готовность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической	Знать: специфику функционирования энерго-ресурсосберегающих технологий, виды и особенности оборудования и технологической оснастки для оптимизации и организации энерго-и ресурсосберегающих	Устный опрос, письменный опрос

	оснастке	ХТС	
		Уметь: разрабатывать мероприятия по энерго-ресурсосбережению, проводить выбор оборудования и технологической оснастке при оптимизации и организации энерго-и ресурсосберегающих ХТС	Письменный опрос
		Владеть: приемами и методами использования мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке химических производств для их оптимизации	Мини-конференция
ПК-8	готовность к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования	Знать: приемы разработки технических заданий на проектирование и изготовление оборудования с учетом решения задач оптимизации и организации энерго-и ресурсосберегающих ХТС	Устный опрос, письменный опрос
		Уметь: определять основные параметры ХТС при проектировании и их реализации путем моделирования	Письменный опрос
		Владеть: навыками разработки технических заданий на проектирование и изготовление оборудования с учетом решения задач оптимизации и организации энерго-и ресурсосберегающих ХТС	Мини-конференция
ПК-9	способность к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго-и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности	Знать: особенности оптимизации технологических процессов для уменьшения расходов энергетических и сырьевых ресурсов с целью повышения экономической эффективности процесса	Устный опрос, письменный опрос
		Уметь: подбирать критерий оптимизации технологических процессов для уменьшения расходов энергетических и сырьевых ресурсов и повышения экологической безопасности	Письменный опрос
		Владеть: методами оптимизации и организации	Мини-конференция

		энерго- и ресурсосберегающие химико-технологических систем	
ПК-10	способностью оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий	Знать: особенности технологических процессов; основы инновационной деятельности; методы оценки эффективности инвестиционных проектов;	Устный опрос, письменный опрос
		Уметь: принимать экономически обоснованные решения при осуществлении инновационно-технологических преобразований;	Письменный опрос
		Владеть: современными методиками расчета и анализа экономической эффективности технологических процессов; основами технологического менеджмента	Мини-конференция

## 7.2. Типовые контрольные задания

### Контрольные вопросы

1. Стадии производства стекла и силикатных материалов
2. Элементарные процессы производства стекла
3. Критерии эффективности производства стекла.
4. Классификация сырья в силикатной промышленности.
5. Вторичные материальные ресурсы производства стекла и силикатных материалов.
6. Комплексная переработка сырья при производстве стекла.
7. Основные виды энергетических ресурсов производства стекла.
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. Условия теплообмена при работе стеклоплавильной печи.
15. Материальный баланс при производстве стекла.
16. Тепловой баланс стеклоплавильной печи.
17. Критерий оптимальности при разработке оптимального температурного режима.

7.3. 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 - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 20 баллов,
- выполнение лабораторных заданий (допуск, выполнение, сдача работ) – 60 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 20 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

письменная контрольная работа - 100 баллов.

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

### ***а) основная литература:***

1. Бочкарев В.В. Оптимизация химико-технологических процессов [Электр. ресурс]: учебное пособие / В.В. Бочкарев. - Электрон. текстовые данные. - Томск: Томский политехнический университет, 2014. - 264 с. - 978-5-4387-0420-1. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34690.html>
2. Общая химическая технология: Методология проектирования химико-технологических процессов: учеб. для студентов вузов / Кузнецова И.М. под ред. Харлампиди Х.Э. - Изд. 2-е, перераб. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2013. - 447 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. 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.

### ***б) дополнительная литература:***

1. Быков И. Моделирование критических явлений в химической кинетике: Отв. ред. А.И. Вольперт; Ан СССР, Сиб. отд-ние / И. Быков. - М.: Наука, 1988. - 262с.
2. Информационные технологии при проектировании и управлении техническими системами: учебное пособие: В 4 ч. / В.А. Немтинов, С.В. Карпушкин, В.Г. Мокрозуб, и др.; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования, Тамбовский государственный технический университет. - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. - Ч. 2. - 160 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8265-0976-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277974>
3. Болтянский В.Г. Математические методы оптимального управления - М.: Изд-во "Наука", 1966

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

- 1) eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. - Москва, 1999. Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 15.01.2020). – Яз. рус., англ.
- 2) Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [база данных] / Даг. гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 22.02.2020).
- 3) Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный (дата обращения: 21.02.2020).
- 4) Национальная электронная библиотека (НЭБ) [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Нац. электрон. б-ка. — Москва – .Режим доступа: <https://нэб.рф> (дата обращения: 21.02.2020). – Яз. рус., англ.
- 5) ProQuest Dissertation & Theses Global (PQDT Global) [Электронный ресурс]: база данных зарубежных диссертаций. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/>
- 6) Springer Nature [Электронный ресурс]: электронные ресурсы издательства Springer Nature - Режим доступа: <https://link.springer.com/>, <https://www.nature.com/siteindex/index.html>, <http://materials.springer.com/>, <http://www.springerprotocols.com/>, <https://goo.gl/PdhJdo>, <https://zbmath.org/> (дата обращения: 21.02.2020). – Яз., англ.
- 7) Королевское химическое общество (Royal Society of Chemistry) [Электронный ресурс]: журналы издательства. – Режим доступа: <http://pubs.rsc.org/> (дата обращения: 21.02.2020). – Яз., англ.
- 8) Американское химическое общество (ACS) [Электронный ресурс]: база данных полнотекстовых научных журналов Американского химического общества (ACS) коллекции Core+. – Режим доступа: <http://pubs.acs.org> (дата обращения: 21.02.2020). – Яз., англ.
- 9) American Physical Society (APS) [Электронный ресурс]: журналы издательства American Physical Society (Американского физического общества). - Режим доступа: <http://journals.aps.org/about> (дата обращения: 21.02.2020). – Яз., англ.
- 10) SAGE Premier [Электронный ресурс]: электронные ресурсы издательства SAGE Premier. – Режим доступа: <http://journals.sagepub.com/> (дата обращения: 21.02.2020). – Яз., англ.

## **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 производства стекла.	-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.	-поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка;
Принципиальная блок-схема структуры типовых процессов	- работа с вопросами для самопроверки;
Критерии оптимальности для теплообменников	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
Оценка влияния реальной структуры потоков в теплообменных аппаратах	-проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе), подготовка докладов на практические занятия, к участию в тематических дискуссиях;
Прямые методы безусловной оптимизации	-поиск и обзор научных публикаций и
Ограничения условной оптимизации в прямых методах	

Декомпозиционные методы оптимизации отдельных подсистем химико-технологических систем	электронных источников информации, подготовка; - работа с вопросами для самопроверки
---	---

**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

**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).