

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.05

(индекс дисциплины)

Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **17** Процессов и аппаратов химической технологии

Код

(Наименование кафедры)

Направление подготовки: 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки: Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов

Уровень образования : магистратура

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	180		
	Аудиторные занятия	72		
	Лекции	18		
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	54		
	Самостоятельная работа	72		
	Промежуточная аттестация	36		
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	3		
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		5		

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная			5							
Очно-заочная										
Заочная										

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

На основании учебных планов № m180402-12_20-12

Кафедра-разработчик: Процессов и аппаратов химической технологии

Заведующий кафедрой: Никифоров А.О.

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов

Заведующий кафедрой: Шанова О.А.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
 Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области:

- ознакомление студентов с современными методами оптимизации химико-технологических процессов, оборудования, технологических систем и комплексов с позиций энерго- и ресурсосбережения;
- формирование навыков самостоятельной постановки задач оптимизации и использования для их решения математических моделей различных типов;
- приобретение навыков применения компьютерных моделирующих систем для оптимизации параметров химико-технологического оборудования на стадиях его исследования, проектирования и эксплуатации.

1.3. Задачи дисциплин

- -освоение методов использования пакетов прикладных программ для решения задач энерго- и ресурсосбережения, сравнительный анализ и оценкой эффективности их применения ;
- -сформировать у студентов системный подход при проектировании энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии;
- -научить студентов пользоваться нормативной и методической литературой при анализе и оптимизации технологических процессов.

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК- 1	способностью формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их	1, 2
Планируемые результаты обучения Знать: 1) Основные понятия теории энерго- и ресурсосберегающих технологий; 2) Тенденции и перспективы развития современных ресурсосберегающих систем в химической технологии, нефтехимии, биотехнологии, промышленной экологии. Уметь: 1) Использовать численные методы для решения задач оптимизации. 2) Использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач. Владеть: 1) Методами построения математических моделей процессов химической технологии для последующей их оптимизации. 2) Методами анализа и оптимизационного расчета процессов в промышленных аппаратах;		
ПК- 10	способностью оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий	1, 2
Планируемые результаты обучения Знать: Основные методы оптимизации режимных параметров технологических процессов и геометрических размеров оборудования химической техники. Уметь: Осуществлять оптимизацию процессов химической технологии, промышленной экологии. Владеть: Приемами исследования математических моделей с учетом их иерархической структуры и пределов применимости полученных результатов.		
ПК- 15	способностью находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности,	3

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
стоимости и экологической безопасности производств		
<p>Планируемые результаты обучения</p> <p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Геометрическую интерпретацию задач оптимизации; 2) Методы оптимизации, основанные на классическом математическом анализе; <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Осуществлять оптимизацию процессов химической технологии, промышленной экологии; 2) Проводить оптимизацию параметров химической аппаратуры с учетом задач энерго- и ресурсосбережения. <p>Владеть:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Методами поиска и обмена информацией в компьютерных сетях, пакетами прикладных программ для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов; 2) Методами анализа и оптимизационного расчета процессов в промышленных аппаратах; 		
ПК-17	готовностью разрабатывать информационные системы планирования и управления предприятием	2, 3
<p>Планируемые результаты обучения</p> <p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Основные понятия теории энерго- и ресурсосберегающих технологий; 2) Тенденции и перспективы развития современных ресурсосберегающих систем в химической технологии, нефтехимии, биотехнологии, промышленной экологии. <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Использовать численные методы для решения задач оптимизации. 2) Использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач. <p>Владеть:</p> <p>Методами построения математических моделей процессов химической технологии для последующей их оптимизации.</p>		
ПК-18	способностью 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	2
<p>Планируемые результаты обучения</p> <p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Методы оптимизации, основанные на классическом математическом анализе; 2) Прямые методы поиска экстремума функций одной и многих переменных. <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Осуществлять оптимизацию процессов химической технологии, промышленной экологии; 2) Проводить оптимизацию параметров химической аппаратуры с учетом задач энерго- и ресурсосбережения. <p>Владеть:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Методами анализа и оптимизационного расчета процессов в промышленных аппаратах; 2) Приемами определения оптимальных ресурсосберегающих режимов работы оборудования 		

Ц

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- технология обращения с твердыми коммунальными отходами (ПК-18);
- разработка систем рационального водопользования (ПК-10);
- структура, состав, и свойства активных материалов на основе отходов (ПК-10);
- производственная практика (научно-исследовательская работа) (ПК-10);
- экономика и управление химическими, нефтехимическими и биологическими производствами (ПК-15);
- технология синтеза активных материалов на основе отходов (ПК-15);
- эколого-экономическая эффективность технологий очистки воды и обработки осадков (ПК-15);
- дополнительные главы математики (ПК-17);
- теория и технология очистки сточных вод (ПК-18).

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Основные сведения по оптимизации химико-технологических процессов и систем			
Тема 1. Введение. Основные методы энерго- и ресурсосбережения, используемые в современной химической технологии. Принципы построения и организации безотходных химико-технологических производств. Постановка задачи оптимизации. Классификация задач оптимизации. Выбор целевой функции и управляющих переменных при оптимизации.	17		
Тема 2. Понятие о многоцелевой оптимизации. Многомерная оптимизация. Ограничения, которые усложняют поиск оптимума. Выбор метода оптимизации, адекватного решаемой задаче. Понятие локального и глобального оптимума (экстремума). Геометрическая интерпретация задачи оптимизации. Особые точки и овраги целевой функции.	17		
Текущий контроль 1. Опрос	1		
Учебный модуль 2. Оптимизация при планировании эксперимента.			
Тема 3. Симплексный метод. Исследование области оптимальных условий. Поиск по деформируемому многограннику(метод Нелдера-Мида). Комплекс-метод Бокса. Случайный поиск с постоянным радиусом и случайным направлением. Способы учета ограничений.	19		
Тема 4. Оптимизация выхода целевого продукта. Основные понятия. Постановка задачи. Метод ключевых компонентов. Алгоритм решения.Выбор оптимальной последовательности отделения индивидуальных компонентов многокомпонентной смеси. Синтез систем разделения с малым содержанием извлекаемых компонентов.	19		
Текущий контроль 2. Опрос	1		
Учебный модуль 3. Методы оптимизации химико- технологических процессов.			
Тема 5. Методы оптимизации, основанные на классическом математическом анализе. Необходимые условия существования экстремума функции одной переменной. Достаточные условия существования экстремума функции одной переменной. Необходимые условия существования экстремума функции многих переменных. Достаточные условия существования экстремума функции многих переменных. Оптимальные условия проведения химических реакций.	23		
Тема 6. Метод неопределенных множителей Лагранжа. Основные понятия. Оптимальное распределение потоков сырья между параллельно работающими аппаратами. Оптимизация многостадийных процессов. Оптимизация процессов с распределенными параметрами.	23		
Тема 7.Декомпозиционные методы оптимизации систем. Динамическая оптимизация химико-технологических процессов. Основные понятия. Алгоритм решения. Метод цен. Метод закрепления промежуточных переменных. Декомпозиционный метод определения градиента критерия оптимизации.	23		
Текущий контроль.3 Опрос	1		
Промежуточная аттестация по дисциплине. Экзамен	36		
ВСЕГО:	180		

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Номера	Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
--------	----------------	-----------------------	------------------

изучаемых тем	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	3	2				
2	3	2				
3	3	2				
4	3	2				
5	3	2				
6	3	4				
7	3	4				
ВСЕГО:		18				

3.2. Практические занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Оптимизация гидродинамических режимов химико-технологического оборудования.	3	6				
2	Оптимизация диаметров трубопроводов, трассировки трубопроводных систем	3	8				
3	Оптимизация теплообменной аппаратуры	3	8				
4	Оптимизация аппаратуры для процессов выпаривания. Определение оптимального числа корпусов многокорпусных выпарных установок.	3	8				
5	Оптимальное распределение полезной разности температур по корпусам многокорпусных выпарных установок	3	8				
6	Оптимизация технологической схемы процесса сушки	3	8				
7	Определение оптимального флегмового числа в процессах ректификации	3	8				
ВСЕГО:			54				

3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрено.

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено.

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1, 2, 3	Опрос	3	3				

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	3	36				
Подготовка к практическим занятиям	3	36				

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Подготовка к экзамену	3	36				
ВСЕГО:		72+36				

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лекции	Проблемная лекция, разбор конкретных ситуаций	4		
Практические занятия	Дискуссии, опрос, командное соревнование малых групп обучающихся.	10		
ВСЕГО:		14		

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Самойлов Н.А. Примеры и задачи по курсу Математическое моделирование химико-технологических процессов [Текст]: учеб. пособие /Н.А.Самойлов;—Изд. 3-е, -СПб.: Лань, 2013. -176с. с
2. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования химико-технологических систем [Текст]: учебник для вузов /Кузнецова И.М. [и др.]; под ред. Х.Э.Харлампида. —Изд. 2-е, перераб. —СПб.: Лань, 2014. -384с
3. Гумеров А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Текст]: учеб. пособие для вузов /А.М.Гумеров; -Изд. 2-е, перераб. —СПб.: Лань, 2014. -176с.

б) дополнительная учебная литература

4. Мидуков Н.П. Массообменные процессы в целлюлозно-бумажной промышленности [Текст]: учеб. пособие /Н.П.Мидуков, В.С.Куров, А.О.Никифоров. —СПб.: СПбГТУРП, 2015. -125 с..
5. Сеславин А.И. Исследование операций и методы оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Сеславин А.И., Сеславина Е.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2015.— 200 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45261.html>.— ЭБС «IPRbooks»
6. Бочкарев В.В. Оптимизация химико-технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бочкарев В.В.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2014.— 264 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34690.html>.— ЭБС «IPRbooks»

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Мидуков Н.П. Массообменные процессы в целлюлозно-бумажной промышленности [Текст]: учеб. пособие /Н.П.Мидуков, В.С.Куров, А.О.Никифоров. —СПб.: СПбГТУРП, 2015. -125 с..

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. URL: <http://window.edu.ru/>

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

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013
3. PTC Mathcad 15
4. AutoCADDesign

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Стенд гидравлический универсальный.
2. Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.

8.6. Иные сведения и (или) материалы

Демонстрационные: компьютерные программы (реактор, экстрактор, ректификационная колонна).

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий: осуществлять с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.
Практические занятия	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы.
Самостоятельная работа	Изучение научной, учебной, нормативной и др. литературы. Отбор необходимого материала; проведение практических исследований по теме, формулирование выводов и разработка конкретных рекомендаций по достижению поставленной цели и задач. При подготовке к экзамену необходимо ознакомиться с перечнем вопросов, проработать конспекты практических занятий, рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя. Подготовка к опросам.

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК- 1(1,2)	1.Ориентируется в тенденциях и перспективах развития современных ресурсосберегающих систем в химической технологии, нефтехимии, биотехнологии, промышленной экологии.	Устное собеседование	Перечень вопросов к экзамену (30 вопросов)

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
	2.Выполняет численные методы для решения задач оптимизации, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач. 3.Демонстрирует методы построения математических моделей процессов химической технологии для последующей их оптимизации.	Практическое задание	Практические типовые задания (15 вариантов)
ПК- 10(1,2)	1.Обосновывает основные методы оптимизации режимных параметров технологических процессов и геометрических размеров оборудования химической техники. 2. Осуществляет оптимизацию процессов химической технологии, промышленной экологии. 3.Самостоятельно исследует математические модели с учетом их иерархической структуры и пределов применимости полученных результатов.	Устное собеседование Практическое задание	Перечень вопросов к экзамену (30 вопросов) Практические типовые задания (15 вариантов)
ПК- 15(3)	1.Ориентируется в геометрическую интерпретацию задач оптимизации. 2. Проводит оптимизацию параметров химической аппаратуры с учетом задач энерго- и ресурсосбережения. 3.Демонстрирует методы поиска и обмена информацией в компьютерных сетях, пакетами прикладных программ для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов	Устное собеседование Практическое задание	Перечень вопросов к экзамену (30вопросов) Практические типовые задания (15 вариантов)
ПК-17(2,3)	1.Ориентируется в основные понятия теории энерго- и ресурсосберегающих технологий. 2.Самостоятельно проводит оптимизацию процессов химической технологии, промышленной экологии. 3.Анализирует методы построения математических моделей процессов химической технологии для последующей их оптимизации.	Устное собеседование Практическое задание	Перечень вопросов к экзамену (30вопросов) Практические типовые задания (15 вариантов)
ПК-18(2)	1.Показывает прямые методы поиска экстремума функций одной и многих переменных. 2.Раскрывает методы оптимизации процессов химической технологии, промышленной экологии. 3.Демонстрирует приемы определения оптимальных ресурсосберегающих режимов работы оборудования	Устное собеседование Практическое задание	Перечень вопросов к экзамену (30 вопросов) Практические типовые задания (15 вариантов)

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
------------------------------	--

	Устное собеседование	Практическое задание
отлично	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных физических законов, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях при ответе; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь основных физических законов и их значение для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного материала.	Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо, может представить его графически. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.
хорошо	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний основных физических законов, ориентируется в основных понятиях и определениях; усвоил основную литературу; допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя.	Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его интерпретацией.
удовлетворительно	Обучающийся показывает знания учебного материала в минимальном объеме; может сформулировать физические законы, понятия и определения, но при этом, допуская большое количество принципиальных ошибок; знаком с основной литературой; допускает существенные ошибки в ответе на экзамене, но может устранить их под руководством преподавателя.	Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение. Знает размерности физических величин, может сделать рисунок или схему, поясняющую решение задачи.
неудовлетворительно	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные физические законы; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека.	Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать физические законы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом. Представление чужой работы, отказ от выполнения задания

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№
-------	-----------------------	---

		темы
1	Основные понятия и определения теории рационального использования энергетических и материальных ресурсов	1
2	Основные методы энерго- и ресурсосбережения, используемые в современной химической технологии	1
3	Принципы построения и организации безотходных химико-технологических производств.	1
4.	Постановка задачи оптимизации химико-технологических процессов и систем	1
5	Классификация задач оптимизации. Выбор целевой функции и управляющих переменных при оптимизации	1
6	Многомерная оптимизация. Ограничения, которые усложняют поиск оптимума	2
7	Понятие о многоцелевой оптимизации	2
8	Выбор метода оптимизации, адекватного решаемой задаче	2
9	Понятие локального и глобального оптимума (экстремума).	2
10	Геометрическая интерпретация задачи оптимизации. Особые точки и овраги целевой функции.	2
11	Методы оптимизации, основанные на классическом математическом анализе.	3
12	Необходимые и достаточные условия существования экстремума функции одной переменной.	3
13	Необходимые и достаточные условия существования экстремума функции многих переменных.	3
14	Методы оптимизации для решения экстремальных задач с ограничениями типа равенств.	3
15	Метод неопределенных множителей Лагранжа.	4
16	Численные методы оптимизации без ограничений.	4
17	Прямые методы поиска экстремума функции одной переменной.	4
18	Метод сканирования.	4
19	Метод локализации экстремума.	4
20	Метод "золотого сечения".	5
21	Метод поиска экстремума с использованием чисел Фибоначчи.	5
22	Метод Дэвиса, Свенна, Кемпи (ДСК).	5
23	Метод Пауэлла.	5
24	Прямые методы поиска экстремума функции многих переменных, не использующие производные (методы нулевого порядка).	6
25	Метод поочередного изменения переменных (метод Гаусса-Зейделя).	6
26	Метод пробных движений.	6
27	Поиск экстремума по деформируемому многограннику.	7
28	Метод случайного поиска.	7
29	Прямые методы поиска экстремума функции многих переменных, использующие производные (методы первого и второго порядка).	7
30	Метод градиента.	7

10.2.2 Вариант типовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых заданий	Ответ
1	Найти вектор $\bar{X} = [x_1, x_2]$, доставляющий минимум $F(\bar{X}) = x_1^2 + x_2$, при ограничениях $g_1(\bar{X}) \rightarrow -(x_1^2 + x_2^2) + 9 \geq 0$, $g_2(\bar{X}) \rightarrow -x_1 - x_2 + 1 \geq 0$.	(0,-3)
2	Используя метод золотого сечения, минимизировать функцию $f(x)=x^2+2x$ на интервале (-3,5). Длина конечного интервала неопределенности не должна превосходить 0,2.	-1
3	Проектируется установка для прокачки жидкости включающая трубы из нержавеющей стали, центробежный насос и электродвигатель. Трубопровод	57 мм

	<p>длинной L, м должен обеспечить подачу жидкости с производительностью Q, м³/мин. Известно, что функция капитальных затрат на создание рассматриваемой установки для прокачки жидкости описывается следующим уравнением:</p> $C = 1.476L + 6.28 \times 10^{-3} LD^{\frac{3}{2}} + 61.6h(D)^{0.925} + 325\sqrt{h(D)}, \text{ где}$ $h(D) = \frac{4.47 \times 10^4 LQ^{2.68}}{D^{4.68}} + \frac{1.62 \times 10^7 LQ^3}{D^5}$ <p>где C – капитальные затраты на создание рассматриваемой установки, у.е; L – длина трубопровода, м; D – диаметр труб трубопровода, мм; Q, - производительность установки, м³/мин.</p> <p>Требуется выбрать наиболее экономичный диаметр труб D для минимизации капитальных затрат. При этом можно заказывать трубы диаметром, соответствующим производимому сортаменту: 10; 15; 20; 25; 32; 40; 50; 57; 64; 70; 76; 89; 102; 108; 133; 159 (мм).</p>	
--	--	--

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче экзамена и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная

10.3.3. Особенности проведения экзамена

Возможность пользоваться справочными таблицами, компьютером;
Время на подготовку ответа по билету 45 минут