

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

Уровень основной образовательной программы бакалавриат

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Форма обучения очная

Факультет систем управления

Кафедра автоматизированных систем управления

Курс 3

Семестр 6

Учебный план набора 2013 года и последующих лет.

Распределение рабочего времени:

Виды учебной работы	Семестр 6	Всего	Единицы
Лекции	18	18	часов
Лабораторные работы	–		часов
Практические занятия	36	36	часов
Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)	–	–	часов
Всего аудиторных занятий	54	54	часов
из них в интерактивной форме	10	10	часов
Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54	часов
Всего (без экзамена)	108	108	часов
Самост. работа на подготовку и сдачу экзамена	36	36	Часов
Общая трудоемкость	144	144	Часов
(в зачетных единицах)	4	4	ЗЕТ

Экзамен 6 семестр

Томск 2016

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта профессионального образования (ФГОС ПО) по направлению 01.02.03 Прикладная математика и информатика (квалификация (степень) бакалавр), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 12.03.2015 №228, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «12» февраля 2016 г., протокол № 5.

Разработчик, д.т.н., профессор каф. АСУ \_\_\_\_\_ А.А. Мицель

Зав. обеспечивающей кафедрой АСУ  
д.т.н., профессор \_\_\_\_\_ А.М. Кориков

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами специальности.

Декан, к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ П.В. Сенченко

Заведующий профилирующей и  
Выпускающей кафедрой АСУ,  
д.т.н., профессор \_\_\_\_\_ А.М. Кориков

Эксперты  
Доцент каф. АСУ, к.т.н. \_\_\_\_\_ А.И. Исакова

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Методы оптимизации» изучается в шестом семестре и предусматривает чтение лекций, проведение практических работ, получение различного рода консультаций.

**Целью дисциплины** является овладение студентами основных подходов к решению оптимизационных задач, включая: методы безусловной оптимизации функций одной переменной и функций многих переменных; методы решения нелинейных задач условной оптимизации; модели и методы линейного и нелинейного программирования.

**Основной задачей** изучения дисциплины является изучение общих принципов построения оптимизационных моделей прикладных задач и методов их решения.

В результате изучения дисциплины «Методы оптимизации» студенты должны знать алгоритмы решения оптимизационных задач, уметь формулировать и доказывать основные результаты этих разделов. В ходе практических занятий студенты должны приобрести навыки решения задач по всем разделам, в том числе, и с использованием ЭВМ.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Методы оптимизации» относится к числу дисциплин базовой части учебного плана. Успешное овладение дисциплиной предполагает предварительные знания по математическому анализу, линейной алгебре, дифференциальному исчислению, функциональному анализу, численным методам, а также знания по языкам и методам программирования. Знания и навыки, полученные при ее изучении, используются в последующих дисциплинах профессионального цикла «Исследование операций», «Математические модели обработки данных», «Основы теории управления», а также при подготовке выпускной квалификационной работы.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Методы оптимизации» направлен на формирование следующих компетенций:

### *общефессиональные компетенции (ОПК):*

- способностью использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой (ОПК-1);
- способностью к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям (ОПК-3);

### *профессиональные компетенции (ПК):*

- способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат (ПК-2).

**В результате освоения содержания дисциплины «Методы оптимизации» студент должен:**

### **Знать**

- основные идеи и алгоритмы оптимизации;
- методы поиска экстремума функций одной и многих переменных;
- модели и методы линейного программирования;
- методы нелинейного программирования для задач с ограничениями.

### **Уметь**

- разрабатывать модели и алгоритмы задач, с использованием методов оптимизации;
- разрабатывать программы, реализующие численные методы оптимизации на ЭВМ.

### **Владеть**

- навыками применения базового инструментария методов оптимизации для решения прикладных задач;
- методикой построения, анализа и применения моделей оптимизации в профессиональной деятельности.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов (5 семестр)
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>54</b>
В том числе:	–
Лекции	18
Лабораторные работы (ЛР)	–
Практические занятия (ПЗ)	36
Семинары (С)-	–
Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка)	–
<i>Другие виды аудиторной работы</i>	–
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>54</b>
В том числе:	
Курсовой проект (работа) (самостоятельно)	–
Расчетно-графические работы	–
Проработка лекционного материала	9
Подготовка к практическим занятиям	36
Самостоятельное изучение тем теоретической части	9
Подготовка к экзамену	36
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	<b>Экзамен</b>
Общая трудоемкость час	<b>144</b>
	зач. ед <b>4</b>

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

Таблица 5.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Сем	СРС	Всего час.	Формируемые компетенции
1	<b>Тема 1.</b> Элементы выпуклого анализа. Выпуклые множества, выпуклые функции	0	2			2	<b>4</b>	ОПК-1,3, ПК-2
2	<b>Тема 2.</b> Анализ экстремальных задач	1	2			3	<b>6</b>	ОПК-1,3, ПК-2
3	<b>Тема 3.</b> Методы минимизации функций одной переменной	3	4			7	<b>14</b>	ОПК-1,3, ПК-2
4	<b>Тема 4.</b> Методы поиска экстремума функций многих переменных	3	6			9	<b>18</b>	ОПК-1,3, ПК-2
5	<b>Тема 5.</b> Линейное программирование	4	8			12	<b>24</b>	ОПК-1,3, ПК-2
6	<b>Тема 6.</b> Нелинейное программирование	2	6			8	<b>16</b>	ОПК-1,3, ПК-2
7	<b>Тема 7.</b> Методы штрафов	1	0			1	<b>2</b>	ОПК-1,3, ПК-2
8	<b>Тема 8.</b> Квадратичное программирование	2	4			5	<b>12</b>	ОПК-1,3, ПК-2
9	<b>Тема 9.</b> Вариационное исчисление	2	0			2	<b>4</b>	ОПК-1,3, ПК-2
10	<b>Тема 10.</b> Динамическое программирование	0	4			4	<b>8</b>	ОПК-1,3, ПК-2
<b>Итого</b>		18	36			54	<b>108</b>	

## 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
1	<b>Тема 2.</b> Анализ экстремальных задач	Содержательные и формализованные постановки задач оптимизации. Критерии качества и ограничения. Классификация задач оптимизации по виду целевой функции, критерию и типу ограничений. Задачи математического программирования и управления. Необходимые и достаточные условия существования экстремума функций без ограничений (скалярный и векторный случаи). Необходимые и достаточные условия существования условного экстремума в задачах с ограничениями. Теорема Сильвестра. Квадратичные формы. Функция Лагранжа. Условия оптимальности в терминах седловых точек функции Лагранжа. Теорема Куна - Таккера. Принцип двойственности в задачах математического программирования.	1	ОПК-1,3, ПК-2
2	<b>Тема 3.</b> Методы минимизации функций одной переменной	Математическая постановка задачи. Унимодальность и основные свойства унимодальных функций. Глобальная и асимптотическая сходимость. Методы исключения интервалов: равномерного поиска, дихотомии, Фибоначчи, золотого сечения, метод ломанных. Полиномиальная аппроксимация и методы точечного оценивания. Методы оптимизации с использованием производных. Сравнительные оценки методов.	3	ОПК-1,3, ПК-2
3	<b>Тема 4.</b> Методы поиска экстремума функций многих переменных	Методы покоординатного спуска, метод Хука-Дживса, метод сопряженных направлений Пауэлла. Градиентные методы: метод Коши, метод Ньютона, метод Флетчера-Ривза. Алгоритмы с самонастройкой параметра длины рабочего шага. Проблемы вычисления элементов матрицы Гессе. Квазиньютоновские методы, методы с переменной метрикой. Алгоритмы Дэвидона-Флетчера-Пауэлла, Поллака-Рибьера, Бройдена-Флетчера-Шенно. Сравнение методов и результатов вычислительных экспериментов.	3	ОПК-1,3, ПК-2
4	<b>Тема 5.</b> Линейное программирование	Математическая постановка и особенности задач ЛП. Основные формы записи задач ЛП. Приведение задач ЛП к стандартной и канонической форме. Графический метод решения задач ЛП, характеристика экстремальных точек. Симплекс-метод. Оптимальные планы и их определение. Симплекс-таблица. Критерий оптимальности симплекс - таблицы и процедура улучшения плана. Метод искусственного базиса. Двойственная задача ЛП, двойственный симплекс-метод. Анализ чувствительности в линейном программировании. Задачи целочисленного ЛП. Метод Гомори. Метод ветвей и границ. Способы построения дополнительных ограничений. Рекомендации составления моделей и решения задач ЛП.	4	ОПК-1,3, ПК-2
5	<b>Тема 6.</b> Нелинейное программирование	Математическая постановка и особенности задач НП. Задачи выпуклого программирования. Метод неопределенных множителей Лагранжа. Практические приложения алгоритмов к решению экономических задач. Метод допустимых направлений Зойтендака. Сепарабельное программирование. Метод отсекающих плоскостей, метод линейных комбинаций.	2	ОПК-1,3, ПК-2
6	<b>Тема 7.</b> Методы штрафов	Методы штрафных и барьерных функций. Основные типы штрафов	1	ОПК-1,3, ПК-2
7	<b>Тема 8.</b> Квадратичное программирование	Задача квадратичного программирования. Пример задачи «Портфель ценных бумаг». Условие Куна-Таккера для ЗКП	2	ОПК-1,3, ПК-2
8	<b>Тема 9.</b> Вариационное исчисление	Функционалы. Основные понятия. Вариационные задачи с закрепленными концами, уравнения Эйлера, уравнения Эйлера Пуассона. Прямые методы решения вариационных задач.	2	ОПК-1,3, ПК-2
	<b>Итого</b>		18	

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) дисциплинами и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) дисциплин									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Математический анализ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	Линейная алгебра					+					
3	Дифференциальные уравнения									+	+
4	Численные методы		+	+	+	+	+	+	+		+
5	Языки и методы программирования			+	+	+	+	+	+		+
№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, которые обеспечивают изучение последующих дисциплин									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Исследование операций					+	+		+		+
2	Основы теории управления										+
3	Модели обработки данных					+	+		+		

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Перечень компетенций	Виды занятий					Формы контроля
	Л	Пр	Лаб	КР/КП	СРС	
ОПК-1	+	+			+	Отчет по практической работе, дом. задание, тест, контрольная работа
ОПК-3	+	+			+	Отчет по практической работе, дом. задание, тест, контрольная работа
ПК-2	+	+			+	Отчет по практической работе, дом. задание, тест, контрольная работа

Л – лекция, Пр – практические и семинарские занятия, Лаб – лабораторные работы, КР/КП – курсовая работа / проект, СРС – самостоятельная работа студента

## 6. МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной образовательной программе, с учетом требований к объему занятий в интерактивной форме.

### Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий

Методы	Формы	Лекции (час)	Практические/семинарские занятия (час)	Всего (час)
Работа в команде			4	4
Поисковый метод			2	2
Решение ситуационных задач		2	2	4
Итого интерактивных занятий			8	10

#### Примечание.

1. Работа в команде» происходит при коллективном выполнении заданий всех практических работ.
2. «Поисковый метод» студенты используют при выполнении заданий (практ. работа № 3, практ. работа № 4, работа № 5).
3. Различные ситуационные моменты предлагаются студентам во время лекций.

## 7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ – не предусмотрены.

## 8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Практические занятия предусматривают закрепление основных вопросов по всем разделам дисциплины. Задания на практических занятиях выбираются из учебного методического пособия, указанного в основной литературе [2].

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
1	1	Элементы выпуклого анализа. Выпуклые множества, выпуклые функции	2	ОПК-1,3, ПК-2
2	2	Анализ экстремальных задач	2	ОПК-1,3, ПК-2
3	3	Минимизация функций одной переменной	4	ОПК-1,3, ПК-2
4	4	Минимизация функции многих переменных	6	ОПК-1,3, ПК-2
5	5	Линейное программирование	8	ОПК-1,3, ПК-2
6	6	Решение условных задач нелинейного программирования	6	ОПК-1,3, ПК-2
7	8	Квадратичное программирование	4	ОПК-1,3, ПК-2
8	10	Динамическое программирование	4	ОПК-1,3, ПК-2
<b>ИТОГО</b>			<b>36</b>	

## 9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы (детализация)	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Контроль выполнения работы
1.	2÷9	Проработка лекционного материала	9	ОПК-1,3, ПК-2	Опрос на занятиях (устно)
2.	1÷6, 8, 10	Подготовка к практическим занятиям	36	ОПК-1,3, ПК-2	Отчет, защита практич. работ
3.	3, 4, 5	Самостоятельное изучение тем теоретической части	9	ОПК-1,3, ПК-2	Дом. задание, тест, устный доклад с презентациями
4.	2÷9	Подготовка и сдача экзамена	36	ОПК-1,3, ПК-2	Оценка за экзамен
<b>ИТОГО</b>			<b>90</b>		

### *Темы для самостоятельного изучения (9 часов)*

1. Метод ломанных одномерного поиска.
2. Одномерная оптимизация с использованием кубической аппроксимации.
3. Алгоритмы многомерного поиска Дэвидона-Флетчера-Пауэлла, Поллака-Рибьера, Бройдена-Флетчера-Шенно.
4. Двойственная задача линейного программирования

**10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ – не предусмотрены.**

**11. РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ»**

**11.1. Балльная раскладка отдельных элементов контроля по видам занятий**

**Курс 3, семестр 6**

Контроль обучения – **Экзамен.**

Максимальный семестровый рейтинг – **100 баллов.**

По дисциплине «Методы оптимизации» итоговым контролем является экзамен. **Максимальное количество баллов по дисциплине – 100.** При этом балльная оценка в соотношении **70/30** распределяется на две составляющие: **семестровую** и **экзаменационную**. Т. е. **70 баллов** можно получить за текущую работу в семестре, а **30 баллов** – за ответы на экзамене.

На протяжении всего семестра текущая успеваемость **оценивается только в баллах** нарастающим итогом, в том числе и результаты контрольных точек.

Текущий контроль изучения дисциплины состоит из следующих видов:

- контроль усвоения теоретического материала – проведение **2** контрольных работ;
- контроль выполнения практических заданий.

За каждое практическое домашнее задание студент может получить дополнительно по 1 баллу (при условии своевременной сдачи). Максимальное количество баллов за практику составляет 7.

По дисциплине «Методы оптимизации» итоговым контролем является экзамен. **Максимальное количество баллов по дисциплине – 100.** При этом балльная оценка в соотношении **70/30** распределяется на две составляющие: **семестровую** и **экзаменационную**. Т. е. **70 баллов** можно получить за текущую работу в семестре, а **30 баллов** – за ответы на экзамене.

На протяжении всего семестра текущая успеваемость **оценивается только в баллах** нарастающим итогом, в том числе и результаты контрольных точек.

Текущий контроль изучения дисциплины состоит из следующих видов:

- контроль за усвоением теоретического материала – проведение **2** контрольных работ;
- контроль за правильным выполнением практических занятий по 8 темам;
- контроль домашних заданий.

**Таблица 13.1** – Дисциплина «Методы оптимизации» (экзамен, лекции, практические занятия)

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую контрольную точку с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Посещение занятий	2	2	1	<b>5</b>
Тестовый контроль	10	5	10	<b>25</b>
Выполнение практических заданий	13	10	10	<b>33</b>
Выполнение домашних заданий	2	2	3	<b>7</b>
<b>Итого максимум за период:</b>	<b>27</b>	<b>19</b>	<b>24</b>	<b>70</b>
Сдача экзамена (максимум)				<b>30</b>
<b>Нарастающим итогом</b>	<b>27</b>	<b>46</b>	<b>70</b>	<b>100</b>

**Таблица 13.2** – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
Не менее 90% от максимальной суммы на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы на дату КТ	3
Менее 60% от максимальной суммы на дату КТ	2

По результатам текущего контроля формируется допуск студента к итоговому контролю – экзамену по дисциплине. Экзамен осуществляется в форме опроса по теоретической части дисциплины и решения примеров.

По результатам текущего контроля формируется допуск студента к итоговому контролю – экзамену по дисциплине. Экзамен осуществляется в форме опроса по теоретической части дисциплины. Методика выставления баллов за ответы на **экзамене** определяется из расчета до **10 баллов** за каждый из **3 вопросов в билете**.

В составе суммы баллов, полученной студентом по дисциплине, заканчивающейся **экзаменом**, экзаменационная составляющая должна быть не менее 10 баллов. В противном случае экзамен считается не сданным, студент в установленном в ТУСУРе порядке обязан его пересдать.

Преобразование суммы баллов в традиционную оценку и в международную буквенную оценку (таблица 13.3) происходит один раз в конце семестра только после подведения итогов изучения дисциплины «Методы оптимизации», т. е. после успешной сдачи экзамена.

**Таблица 13.3** – Пересчет итоговой суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
65 – 69		
3 (удовлетворительно)	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

**Обязательным условием допуска к экзамену является выполнение всех практических заданий и выполнение двух контрольных работ.**

## 12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 12.1. Основная литература

1. Черепанов О.И. Методы оптимизации: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2007. – 203с. (15 экз.)
2. Лесин В.В., Лисовец Ю.П. Основы методов оптимизации: Учебное пособие. – СПб.: Изд-во «Лань», 2011. – 352с. (электр. ресурс). – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/1552/>

### 12.2. Дополнительная литература

1. Пантелеев А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах : Учебное пособие для втузов / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - 2-е изд., испр. . - М. : Высшая школа, 2005. - 544 с. (71 экз.)
2. Мицель А.А., Шелестов А.А. Методы оптимизации: Учеб. пособие – Томск: Изд-во ТУСУРа, 2004. – 256 с. (7 экз.)
3. Сборник задач по математике для втузов. Ч.4. Методы оптимизации. /Вуколов и др.; под ред. А.В.Ефимова. - М.: Наука, 1990. – 302 с. (42 экз.)
4. Черноуцкий И.Г. Методы оптимизации в теории управления : Учебное пособие для вузов / И. Г. Черноуцкий . - СПб. : Питер, 2004. – 255 с. (40 экз.)

### 12.3. Перечень пособий, методических указаний и материалов, используемых в учебном процессе

#### *Перечень методических указаний по практическим занятиям:*

1. Параев Ю.И. Методы оптимизации : методические указания для проведения практических занятий для студентов направления 230100 "Информатика и вычислительная техника" / Ю. И. Параев ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007 г. Ч. 1 : Экстремумы функций многих переменных. - Томск : ТУСУР, 2007. - 20 с. (100 экз.)
2. Параев Ю.И. Методы оптимизации : методические указания для проведения практических занятий для студентов направления 230100 "Информатика и вычислительная техника" / Ю. И. Параев ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007 г. Ч. 2 : Линейное программирование. - Томск : ТУСУР, 2007. - 46 с. (100 экз.)
3. Ашманов С.А., Тимохов А.В. Теория оптимизации в задачах и упражнениях: Учебное пособие. – СПб.: Изд-во «Лань», 2012. – 448с. (электр. ресурс). – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/3799/>

#### *Перечень методических указаний по самостоятельной работе студентов:*

4. Мицель А.А. Методы оптимизации: методические указания по выполнению самостоятельной работы студентов для специальности 230105.65 « Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем » / А.А. Мицель. – Томск: ТУСУР, 2012. – 17с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://asu.tusur.ru/learning/spec230105/d24a/s230105\\_d24a\\_work.doc](http://asu.tusur.ru/learning/spec230105/d24a/s230105_d24a_work.doc)

### 12.4. Лицензионное программное обеспечение

- Операционная система MS Windows
- Microsoft Visual C++ Express Edition
- Borland Developer Studio 2006, Free Pascal 2.4.
- Среда разработки Microsoft Visual Studio 2005/2008
- Офисный пакет Microsoft Office
- Пакет Mathsoft MathCAD
- Пакет MathWorks MATLAB

### 12.5. Internet-ресурсы:

- <http://poiskknig.ru> – электронная библиотека учебников Мех-Мат МГУ, Москва
- <http://www.mathnet.ru/> - общероссийский математический портал
- <http://www.lib.mexmat.ru> – электронная библиотека механико-математического факультета Московского государственного университета
- <http://onlinelibrary.wiley.com> - научные журналы издательства Wiley&Sons
- <http://www.sciencedirect.com/> - научные журналы издательства Elsevier

## 13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения лекций по дисциплине используются персональный ПК с проектором. Практические занятия осуществляются в компьютерном классе с использованием программного обеспечения, указанного в п. 12.4.

**Приложение к рабочей программе**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И  
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

**УТВЕРЖДАЮ**

**Проректор по учебной работе**

\_\_\_\_\_ **П. Е. Троян**

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ**

Уровень основной образовательной программы \_\_\_\_\_ бакалавриат \_\_\_\_\_

Направление подготовки \_\_\_\_\_ 01.03.02 – Прикладная математика и информатика \_\_\_\_\_

Профиль(и)

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_

Факультет \_\_\_\_\_ систем управления \_\_\_\_\_

Кафедра \_\_\_\_\_ автоматизированных систем управления \_\_\_\_\_

Курс \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_

Семестр \_\_\_\_\_ 6 \_\_\_\_\_

Учебный план набора 2013 года

Экзамен \_\_\_\_\_ 6 \_\_\_\_\_ семестр

**Томск 2016**

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Методы оптимизации» и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной «Методы оптимизации» компетенций приведен в таблице 1.

**Таблица 1** – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ОПК-1	способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные понятия, факты, концепции, принципы теорий естественных наук, математики и информатики;</li> <li>– базовый математический аппарат связанный с прикладной математикой и информатикой;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выполнять стандартные действия, решать типовые задачи с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых дисциплин математики, информатики и естественных наук;</li> <li>– понимать и применять на практике компьютерные технологии для решения различных задач;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками работы с учебной литературой по основным естественнонаучным и математическим дисциплинам;</li> <li>– навыками решения практических задач, базовыми знания естественных наук, математики и информатики, связанными с прикладной математикой и информатикой;</li> </ul>
ОПК-3	способность к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– принципы работы и программирования в глобальных компьютерных сетях;</li> <li>– синтаксис и семантику алгоритмических конструкций языков программирования высокого уровня и СУБД;</li> <li>– базовые структуры данных, средства компьютерной графики и основные численные алгоритмы;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– разрабатывать математические и информационные модели и алгоритмы для решения прикладных задач,</li> <li>– использовать дополнительные пакеты, средства компьютерной графики и библиотеки при программировании;</li> </ul>

	исходным требованиям	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками работы с системным и прикладным обеспечением для решения задач математического моделирования в своей предметной области, а также современным программным обеспечением, средствами тестирования, верификации и документации ПО;</li> <li>– навыками применения стандартных программных средств на базе математических моделей в конкретных предметных областях;</li> <li>– навыками низкоуровневого программирования элементов компьютерной графики, а также навыками разработки, проектирования и тестирования программного обеспечения;</li> </ul>
ПК-2	способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	<p><b>Знать:</b> основные понятия дисциплины, её методы, место и роль в решении научно практических задач с использованием современного математического аппарата;</p> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять и совершенствовать Современный математический аппарат при решении научно-практических задач прикладной математики и информатики;</li> <li>– применять функционально-логическую Методологию математики к системному анализу взаимосвязей процессов и построению математических моделей.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– инструментарием для решения математических задач в области прикладной математики и информатики;</li> <li>– инструментарием формально-логической концепции математики для идеализации и системного анализа связей при построении физических и математических моделей процессов и явлений;</li> </ul>

## 2. РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

### 2.1 Компетенция ОПК-1

**ОПК-1:** способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания, представлены в таблице 2.1.1.

**Таблица 2.1.1** – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание	– основные понятия, факты,	– выполнять стандартные	– навыками работы с

<b>этапов</b>	концепции, принципы теорий естественных наук, математики и информатики; – базовый математический аппарат связанный с прикладной математикой и информатикой;	действия, решать типовые задачи с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых дисциплин математики, информатики и естественных наук; – понимать и применять на практике компьютерные технологии для решения различных задач;	учебной литературой по основным естественнонаучным и математическим дисциплинам; – навыками решения практических задач, базовыми знания естественных наук, математики и информатики, связанными с прикладной математикой и информатикой;
---------------	--	---	---

<b>Виды занятий</b>	– Лекции; – Практические занятия – Лабораторные занятия	– Практические занятия; – Выполнение домашнего задания; – Самостоятельная работа студентов	– Практические занятия – Лабораторные занятия; – Самостоятельная работа студентов
<b>Используемые средства оценивания</b>	– Тест; – Контрольная работа; – Выполнение домашнего задания (реферат); – Экзамен	– Подготовка и устная защита индивидуального домашнего задания (презентация); – Конспект самостоятельной работы	– Защита отчета по лабораторной работе, – Защита домашнего задания (реферата); – Зачет

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.1.2..

**Таблица 2.1.2.** – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

<b>Показатели и критерии</b>	<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
<b>ОТЛИЧНО (высокий уровень)</b>	– Имеет четкое, целостное представление о содержании основных естественнонаучных курсов и знает и умеет применять основные понятия, факты, концепции, принципы теорий естественных наук, математики и информатики; – Знает, понимает и умеет применять базовый математический аппарат связанный с	– Умеет решать задачи повышенной сложности из базовых курсов естественнонаучных дисциплин; – Сформированное умение понимать и применять на практике компьютерные технологии для решения различных задач;	– Владеет навыками критического анализа учебной информации по основным разделам естественнонаучных дисциплин, формулировки выводов и участия в дискуссии по учебным вопросам – Уверенно владеет навыками решения практических задач, базовыми знания естественных наук, математики и информатики, связанными с

	прикладной математикой и информатикой;		прикладной математикой и информатикой.
<b>ХОРОШО</b> (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Имеет представление о содержании основных учебных курсов по естественнонаучным дисциплинам, знает основные понятия, факты, концепции, принципы теорий естественных наук, математики и информатики;</li> <li>– Хорошо знает и понимает базовый математический аппарат связанный с прикладной математикой и информатикой.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Умеет решать комбинированные задачи из базовых курсов естественнонаучных дисциплин.</li> <li>– В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение понимать и применять на практике компьютерные технологии для решения различных задач;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Владеет навыками самостоятельного изучения отдельных разделов учебной литературы по основным естественнонаучным дисциплинам и обсуждения освоенного материала;</li> <li>– Хорошо владеет навыками решения практических задач, базовыми знания естественных наук, математики и информатики, связанными с прикладной математикой и информатикой</li> </ul>
<b>УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО</b> (низкий уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Имеет представление о содержании отдельных естественнонаучных дисциплин, знает основные понятия, факты, концепции, принципы теорий естественных наук, математики и информатики, но допускает неточности в формулировках;</li> <li>– Имеет представление о базовом математическом аппарате связанным с прикладной математикой и информатикой, но допускает неточности в формулировках.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Умеет решать типовые задачи из базовых курсов естественнонаучных дисциплин, но допускает недочёты в выкладках;</li> <li>– В целом успешное, но не систематическое умение понимать и применять на практике компьютерные технологии для решения различных задач.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Владеет навыками воспроизведения освоенного учебного материала по основным естественнонаучным дисциплинам.</li> <li>– Владеет недостаточно навыками решения практических задач, базовыми знания естественных наук, математики и информатики, связанными с прикладной математикой и информатикой.</li> </ul>

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.1.3.

Таблица 2.1.3. – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
<b>ОТЛИЧНО (высокий уровень)</b>	Знает на высоком уровне основные идеи и алгоритмы оптимизации, методы поиска экстремума функций одной и многих переменных, модели и методы линейного программирования, методы нелинейного программирования для задач с ограничениями.	Умеет на высоком уровне разрабатывать модели и алгоритмы задач, с использованием методов оптимизации, разрабатывать программы, реализующие численные методы оптимизации на ЭВМ.	Владеет на высоком уровне навыками применения базового инструментария методов оптимизации для решения прикладных задач, методикой построения, анализа и применения моделей оптимизации в профессиональной деятельности.
<b>ХОРОШО (базовый уровень)</b>	Знает на хорошем уровне основные идеи и алгоритмы оптимизации, методы поиска экстремума функций одной и многих переменных, модели и методы линейного программирования, методы нелинейного программирования для задач с ограничениями.	Умеет на хорошем уровне разрабатывать модели и алгоритмы задач, с использованием методов оптимизации, разрабатывать программы, реализующие численные методы оптимизации на ЭВМ.	Владеет на хорошем уровне навыками применения базового инструментария методов оптимизации для решения прикладных задач, методикой построения, анализа и применения моделей оптимизации в профессиональной деятельности.
<b>УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО (низкий уровень)</b>	Плохо знает основные идеи и алгоритмы оптимизации, методы поиска экстремума функций одной и многих переменных, модели и методы линейного программирования, методы нелинейного программирования для задач с ограничениями.	Плохо умеет разрабатывать модели и алгоритмы задач, с использованием методов оптимизации, разрабатывать программы, реализующие численные методы оптимизации на ЭВМ.	Плохо владеет навыками применения базового инструментария методов оптимизации для решения прикладных задач, методикой построения, анализа и применения моделей оптимизации в профессиональной деятельности.

## 2.2 Компетенция ОПК-3

**ОПК-3:** способность к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных

моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания, представлены в таблице 2.2.1.

**Таблица 3.2.1** – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
<b>Содержание этапов</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– принципы работы и программирования в глобальных компьютерных сетях;</li> <li>– синтаксис и семантику алгоритмических конструкций языков программирования высокого уровня и СУБД;</li> <li>– базовые структуры данных, средства компьютерной графики и основные численные алгоритмы;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– разрабатывать математические и информационные модели и алгоритмы для решения прикладных задач,</li> <li>– использовать дополнительные пакеты, средства компьютерной графики и библиотеки при программировании;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками работы с системным и прикладным обеспечением для решения задач математического моделирования в своей предметной области, а также современным программным обеспечением, средствами тестирования, верификации и документации ПО;</li> <li>– навыками применения стандартных программных средств на базе математических моделей в конкретных предметных областях;</li> <li>– навыками низкоуровневого программирования элементов компьютерной графики, а также навыками разработки, проектирования и тестирования программного обеспечения;</li> </ul>
<b>Виды занятий</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Лекции;</li> <li>– Практические занятия</li> <li>– Лабораторные занятия</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Практические занятия;</li> <li>– Выполнение домашнего задания;</li> <li>– Самостоятельная работа студентов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Практические занятия</li> <li>– Лабораторные занятия;</li> <li>– Самостоятельная работа студентов</li> </ul>

<b>Используемые средства оценивания</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Тест;</li> <li>– Контрольная работа;</li> <li>– Выполнение домашнего задания (реферат);</li> <li>– Экзамен</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Подготовка и устная защита индивидуального домашнего задания (презентация);</li> <li>– Конспект самостоятельной работы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Защита отчета по лабораторной работе,</li> <li>– Защита домашнего задания (реферата);</li> <li>– Зачет</li> </ul>
---	--	--	--

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.2.2..

**Таблица 2.2.2.** – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
<b>ОТЛИЧНО (высокий уровень)</b>	Имеет четкое, целостное представление о принципах работы и программирования в глобальных компьютерных сетях; Знает, понимает и умеет применять синтаксис и семантику алгоритмических конструкций языков программирования высокого уровня и СУБД; базовые структуры данных, средства компьютерной графики и основные численные алгоритмы;	Умеет разрабатывать математические и информационные модели и алгоритмы для решения прикладных задач повышенной сложности; Сформированное умение использовать дополнительные пакеты, средства компьютерной графики и библиотеки при программировании;	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Уверенно владеет навыками применения стандартных программных средств на базе математических моделей в конкретных предметных областях;</li> <li>– Уверенно владеет навыками применения стандартных программных средств на базе математических моделей в конкретных предметных областях;</li> <li>– Уверенно владеет навыками низкоуровневого программирования элементов компьютерной графики, а также навыками разработки, проектирования и тестирования программного обеспечения;</li> </ul>
<b>ХОРОШО (базовый уровень)</b>	Имеет представление о принципах работы и программирования в глобальных компьютерных сетях;	Умеет разрабатывать математические и информационные модели и алгоритмы для решения прикладных задач;	Хорошо владеет навыками работы с системным и прикладным обеспечением для решения задач

	<p>Хорошо знает и понимает синтаксис и семантику алгоритмических конструкций языков программирования высокого уровня и СУБД; базовые структуры данных, средства компьютерной графики и основные численные алгоритмы</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать дополнительные пакеты, средства компьютерной графики и библиотеки при программировании;</p>	<p>математического моделирования в своей предметной области, а также современным программным обеспечением, средствами тестирования, верификации и документации ПО; Хорошо владеет навыками применения стандартных программных средств на базе математических моделей в конкретных предметных областях; Хорошо владеет навыками низкоуровневого программирования элементов компьютерной графики, а также навыками разработки, проектирования и тестирования программного обеспечения;</p>
<p><b>УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО</b> (низкий уровень)</p>	<p>Имеет представление о содержании отдельных принципов работы и программирования в глобальных компьютерных сетях, но допускает неточности в формулировках; Имеет представление о синтаксисе и семантике алгоритмических конструкций языков программирования высокого уровня и СУБД; базовых структурах данных, средствах компьютерной</p>	<p>Умеет разрабатывать математические модели и алгоритмы для решения прикладных задач; В целом успешное, но не систематическое умение использовать дополнительные пакеты, средства компьютерной графики и библиотеки при программировании.</p>	<p>Владеет недостаточно навыками работы с прикладным обеспечением для решения задач математического моделирования в своей предметной области, а также современным программным обеспечением; Владеет недостаточно навыками применения стандартных программных средств на базе математических моделей в конкретных предметных областях; Владеет недостаточно</p>

	графики и основных численных алгоритмах, но допускает неточности в формулировках.		навыками низкоуровневого программирования элементов компьютерной графики, а также навыками разработки, проектирования и тестирования программного обеспечения.
--	---	--	--

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.2.3.

Таблица 2.2.3. – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
<b>ОТЛИЧНО (высокий уровень)</b>	Знает на высоком уровне основные идеи и алгоритмы оптимизации, методы поиска экстремума функций одной и многих переменных, модели и методы линейного программирования, методы нелинейного программирования для задач с ограничениями.	Умеет на высоком уровне разрабатывать модели и алгоритмы задач, с использованием методов оптимизации, разрабатывать программы, реализующие численные методы оптимизации на ЭВМ.	Владеет на высоком уровне навыками применения базового инструментария методов оптимизации для решения прикладных задач, методикой построения, анализа и применения моделей оптимизации в профессиональной деятельности.
<b>ХОРОШО (базовый уровень)</b>	Знает на хорошем уровне основные идеи и алгоритмы оптимизации, методы поиска экстремума функций одной и многих переменных, модели и методы линейного программирования, методы нелинейного программирования для задач с ограничениями.	Умеет на хорошем уровне разрабатывать модели и алгоритмы задач, с использованием методов оптимизации, разрабатывать программы, реализующие численные методы оптимизации на ЭВМ.	Владеет на хорошем уровне навыками применения базового инструментария методов оптимизации для решения прикладных задач, методикой построения, анализа и применения моделей оптимизации в профессиональной деятельности.
<b>УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО (низкий уровень)</b>	Плохо знает основные идеи и алгоритмы оптимизации, методы поиска экстремума	Плохо умеет разрабатывать модели и алгоритмы задач, с	Плохо владеет навыками применения базового

	функций одной и многих переменных, модели и методы линейного программирования, методы нелинейного программирования для задач с ограничениями.	использованием методов оптимизации, разрабатывать программы, реализующие численные методы оптимизации на ЭВМ.	инструментария методов оптимизации для решения прикладных задач, методикой построения, анализа и применения моделей оптимизации в профессиональной деятельности.
--	---	---	--

### 2.3 Компетенция ПК-2

**ПК-2** способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания, представлены в таблице 2.3.1.

**Таблица 4.3.1** – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
<b>Содержание этапов</b>	– основные понятия дисциплины, её методы, место и роль в решении научно-практических задач с использованием современного математического аппарата.	– применять и совершенствовать Современный математический аппарат при решении научно-практических задач прикладной математики и информатики; – применять функционально-логическую Методологию математики к системному анализу взаимосвязей процессов и построению математических моделей.	– инструментарием для решения математических задач в области прикладной математики и информатики; – инструментарием формально-логической концепции математики для идеализации и системного анализа связей при построении физических и математических моделей процессов и явлений.

<b>Виды занятий</b>	– Лекции; – Практические занятия – Лабораторные занятия	– Практические занятия; – Выполнение домашнего задания; – Самостоятельная работа студентов	– Практические занятия – Лабораторные занятия; – Самостоятельная работа студентов
<b>Используемые средства</b>	– Тест; – Контрольная работа;	– Подготовка и устная защита индивидуального до-	– Защита отчета по лабораторной работе,

<b>оценивания</b>	– Выполнение домашнего задания (реферат); – Экзамен	машного задания (презентация); – Конспект самостоятельной работы	– Защита домашнего задания (реферата); – Зачет
-------------------	--	---	---

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.3.2..

Таблица 2.3.2. – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
<b>ОТЛИЧНО</b> (высокий уровень)	Имеет четкое, целостное представление об основных понятиях дисциплины, её методах, месте и роли в решении научно практических задач с использованием современного математического аппарата	– Сформированное умение применять и совершенствовать современный математический аппарат при решении научно-практических задач прикладной математики и информатики; Умеет применять функционально-логическую методологию математики к системному анализу взаимосвязей процессов и построению математических моделей для решения задач повышенной сложности	– Уверенно владеет инструментарием для решения математических задач в области прикладной математики и информатики; – Уверенно владеет инструментарием формально-логической концепции математики для идеализации и системного анализа связей при построении физических и математических моделей процессов и явлений.
<b>ХОРОШО</b> (базовый уровень)	Имеет представление об основных понятиях дисциплины, её методах, месте и роли в решении научно практических задач с использованием современного математического аппарата	– В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять и совершенствовать современный математический аппарат при решении научно-практических задач прикладной математики и <b>информатики</b> ; – Умеет применять функционально-	– Хорошо владеет инструментарием для решения математических задач в области прикладной математики и <b>информатики</b> ; – Хорошо владеет инструментарием формально-логической концепции математики для идеализации и системного анализа

		логическую методологию математики к системному анализу взаимосвязей процессов и построению математических моделей для решения комбинированных задач.	связей при построении физических и математических моделей процессов и <b>явлений</b> .
<b>УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО</b> (низкий уровень)	– Имеет представление об основных понятиях дисциплины, её методах, месте и роли в решении научно-практических задач с использованием современного математического аппарата, но допускает неточности в формулировках	– В целом успешное, но не систематическое умение применять и совершенствовать современный математический аппарат при решении научно-практических задач прикладной математики и информатики; Умеет применять функционально-логическую методологию математики к системному анализу взаимосвязей процессов и построению математических моделей для решения типовых задач.	– Владеет недостаточно инструментарием для решения математических задач в области прикладной математики и информатики; – Владеет недостаточно инструментарием формально-логической концепции математики для идеализации и системного анализа связей при построении физических и математических моделей процессов и явлений.

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.3.3.

Таблица 2.3.3. – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
<b>ОТЛИЧНО</b> (высокий уровень)	Знает на высоком уровне основные идеи и алгоритмы оптимизации, методы поиска экстремума функций одной и многих переменных, модели и методы линейного программирования, методы нелинейного программирования для задач с ограничениями.	Умеет на высоком уровне разрабатывать модели и алгоритмы задач, с использованием методов оптимизации, разрабатывать программы, реализующие численные методы оптимизации на ЭВМ.	Владеет на высоком уровне навыками применения базового инструментария методов оптимизации для решения прикладных задач, методикой построения, анализа и применения моделей оптимизации в

			профессиональной деятельности.
<b>ХОРОШО (базовый уровень)</b>	Знает на хорошем уровне основные идеи и алгоритмы оптимизации, методы поиска экстремума функций одной и многих переменных, модели и методы линейного программирования, методы нелинейного программирования для задач с ограничениями.	Умеет на хорошем уровне разрабатывать модели и алгоритмы задач, с использованием методов оптимизации, разрабатывать программы, реализующие численные методы оптимизации на ЭВМ.	Владеет на хорошем уровне навыками применения базового инструментария методов оптимизации для решения прикладных задач, методикой построения, анализа и применения моделей оптимизации в профессиональной деятельности.
<b>УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО (низкий уровень)</b>	Плохо знает основные идеи и алгоритмы оптимизации, методы поиска экстремума функций одной и многих переменных, модели и методы линейного программирования, методы нелинейного программирования для задач с ограничениями.	Плохо умеет разрабатывать модели и алгоритмы задач, с использованием методов оптимизации, разрабатывать программы, реализующие численные методы оптимизации на ЭВМ.	Плохо владеет навыками применения базового инструментария методов оптимизации для решения прикладных задач, методикой построения, анализа и применения моделей оптимизации в профессиональной деятельности.

### 3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы: типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе, приведенном ниже.

#### 3.1 Темы практических занятий

- 1) Элементы выпуклого анализа. Выпуклые множества, выпуклые функции.
- 2) Анализ экстремальных задач
- 3) Минимизация функций одной переменной
- 4) Минимизация функции многих переменных
- 5) Линейное программирование
- 6) Решение условных задач нелинейного программирования
- 7) Квадратичное программирование
- 8) Динамическое программирование

#### 3.2 Вопросы для контроля знаний

- 1) Основные понятия и определения: задача оптимизации (ЗО) общего вида; целевая функция (ЦФ); ограничения; оптимальное решение ЗО; точность. Локальный и глобальный экстремум функции.
- 2) Классификация ЗО по виду ЦФ и ограничений.
- 3) Унимодальные функции (УФ). Критерии для проверки унимодальности.
- 4) Выпуклые множества и функции. Критерии проверки выпуклости.
- 5) Квадратичные функции (КФ). Критерии определенности КФ (теорема Сильвестра). Градиент и матрица Гессе КФ.
- 6) Необходимые и достаточные условия (Н и ДУ) существования экстремума - скалярный случай. Что такое "точка перегиба" и как ее идентифицировать?
- 7) Н и ДУ существования экстремума - векторный случай. Минимизация при ограничениях.
- 8) Основные характеристики алгоритмов оптимизации: сходимость; глобальная и асимптотическая сходимость. Скорость сходимости.
- 9) Связь методов оптимизации и поиска нулей функции. Методы поиска нулей функции.
- 10) Основные критерии останова. Численная аппроксимация градиента.
- 11) Методы интервальной оценки: дихотомии, золотого сечения, Фибоначчи.
- 12) Методы полиномиальной аппроксимации. Метод Пауэлла поиска минимума функции одной переменной.
- 13) Методы поиска минимума функции одной переменной с использованием производных на примере метода Ньютона-Рафсона.
- 14) Методы поиска минимума функции одной переменной с использованием производных на примере метода средней точки (поиск Больцано)
- 15) Методы поиска минимума функции одной переменной с использованием кубичной аппроксимации
- 16) Прямые методы безусловной многомерной оптимизации. Симплекс-метод.
- 17) Метод Хука-Дживса.
- 18) Метод сопряженных направлений.
- 19) Градиентные методы многомерной оптимизации: метод Коши.
- 20) Метод Ньютона. Модифицированный метод Ньютона.
- 21) Метод Флетчера-Ривза.
- 22) Метод Поллака-Рибьера.
- 23) Квазиньютоновские методы с переменной метрикой.
- 24) Метод Дэвидона-Флетчера-Пауэлла.
- 25) Обобщенный градиентный метод.
- 26) Формы записи задач линейного программирования (ЗЛП).
- 27) Графическое решение ЗЛП с 2-мя переменными.
- 28) Симплекс-метод решения ЗЛП на основе симплекс-таблиц.
- 29) Поиск начального базиса при решении задачи линейного программирования
- 30) Нелинейное программирование. Метод замены переменных.
- 31) Метод множителей Лагранжа.
- 32) Необходимые и достаточные условия оптимальности задач с ограничениями общего вида.
- 33) Методы штрафных и барьерных функций. Основные виды штрафов.
- 34) Выбор штрафного параметра. Особенности алгоритмов метода штрафных функций
- 35) Квадратичное программирование (КП). Задача выбора портфеля ценных бумаг.
- 36) Условие Куна-Таккера для задач КП. Решение задачи КП с помощью симплексного преобразования таблицы коэффициентов уравнений
- 37) Вариационное исчисление. Понятие функционала.
- 38) Необходимые и достаточные условия существования экстремума функционала.
- 39) Основная лемма вариационного исчисления.
- 40) Уравнение Эйлера для вариационных задач с закрепленными концами (случаи 1, 2).
- 41) Уравнение Эйлера для вариационных задач с закрепленными концами (случаи 3, 4).
- 42) Уравнение Эйлера для вариационных задач с закрепленными концами (случаи 5)
- 43) Уравнение Эйлера для вариационных задач с закрепленными концами (многомерный случай).
- 44) Уравнение Эйлера-Пуассона.
- 45) Основные понятия теории оптимального управления (ОУ). Математическая модель объекта управления.
- 46) Критерий оптимальности при управлении.
- 47) Допустимое управление и дополнительные ограничения при оптимальном управлении.

- 48) Формулировка задачи оптимального управления. Основные методы решения задачи ОУ.
- 49) Уравнения Лагранжа - Понтрягина
- 50) Принцип максимума Понтрягина.

### 3.3 Домашние индивидуальные задания по теме

- 1) Метод ломанных одномерного поиска.
- 2) Одномерная оптимизация с использованием кубической аппроксимации.
- 3) Алгоритмы многомерного поиска Дэвидона-Флетчера-Пауэлла, Поллака-Рибьера, Бroyдена-Флетчера-Шенно.
- 4) Двойственная задача линейного программирования

## 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, в составе:

- 1. Основная литература по дисциплине «Методы оптимизации» приведена в рабочей программе в разделе 12.1.
- 2. Дополнительная литература по дисциплине «Методы оптимизации» приведена в рабочей программе в разделе 12.2.
- 3. Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе приведены в рабочей программе в разделе 12.3.