

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

07/4



УТВЕРЖДАЮ

Директор департамента образования

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1сбсfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

« 28 »

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

Уровень основной образовательной программы: магистратура

Направление подготовки (специальность): 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль): Программное обеспечение вычислительных машин, систем и компьютерных сетей

Форма обучения очная

Факультет систем управления

Кафедра автоматизированных систем управления

Курс 1 Семестр 1

Учебный план набора 2015 года и последующих лет

Распределение рабочего времени:

Виды учебной работы	Семестр 1	Единицы
Лекции	10	часов
Лабораторные работы	12	часов
Практические занятия	14	часов
Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)	не предусмотрено	часов
Всего аудиторных занятий	36	часов
Из них в интерактивной форме	13	часов
Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	часов
Всего (без экзамена)	108	часов
Самост. работа на подготовку и сдачу экзамена		часов
Общая трудоемкость	108	часов
(в зачетных единицах)	3	з.е.

Зачет 1 семестр

Диф. зачет не предусмотрен

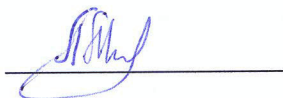
Экзамен не предусмотрен

Томск 2016

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВО) четвертого поколения по направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» (квалификация (степень) "магистр"), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 октября 2014 г. N 1420.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры АСУ,  
протокол № 10 от "28" июня 2016 г.

Разработчик, д.т.н., профессор каф. АСУ



А.А. Мицель

Зав. обеспечивающей кафедрой АСУ  
д.т.н., профессор



А.М. Кориков

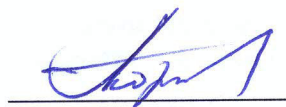
Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами.

Декан, к.т.н., доцент



П.В. Сенченко

Заведующий профилирующей и  
выпускающей кафедрой АСУ,  
д.т.н., профессор



А.М. Кориков

Эксперт  
Доцент каф. АСУ, к.т.н.



А.И. Исакова

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Методы оптимизации» читается в 1 семестре и предусматривает чтение лекций, проведение лабораторных и практических занятий, получение различного рода консультаций.

**Целью дисциплины** Целью курса является освоение основных идей методов, особенностей областей применения и методики использования их как готового инструмента практической работы при проектировании и разработке систем, математической обработке данных технических, организационных и экономических задач, построении алгоритмов и организации вычислительных процессов на ПК. Целью преподавания данной дисциплины является формирование у студентов теоретических знаний, практических навыков по вопросам, касающимся принятия управленческих решений; освоение студентами современных математических методов анализа, научного прогнозирования поведения технических и экономических объектов, обучение студентов применению моделей и алгоритмов решения специальных задач оптимизации.

**Основными задачами** дисциплины являются:

- Изучение моделей квадратичного программирования.
- Изучение моделей динамического программирования.
- Изучение вариационного исчисления.
- Формирование у студентов знаний и умений, необходимых для эффективного управления техническими, организационными и экономическими системами.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина относится к числу обязательных дисциплин базовой части учебного плана (Б1.Б.1).

Курс «Методы оптимизации» относится к числу дисциплин общенаучного цикла (базовая часть). Эта дисциплина нацелена на углубленное изучение специальных разделов оптимизационных задач, поэтому успешное овладение дисциплиной предполагает предварительные знания основных разделов дисциплины «Методы оптимизации», изучаемых в рамках бакалавриата. Практические и лабораторные работы выполняются с помощью пакета прикладных программ Mathcad.

Последующие дисциплины: дисциплина является базовой для проведения научно-исследовательской работы, написания ВКР.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

**общекультурные компетенции (ОК):**

- способностью заниматься научными исследованиями (ОК-4);

**общепрофессиональные компетенции (ОПК):**

- способностью воспринимать математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания, умением самостоятельно приобретать, развивать и применять их для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте (ОПК-1);

**профессиональные компетенции (ПК):**

- знанием методов оптимизации и умение применять их при решении задач профессиональной деятельности (ПК-3).

**В результате изучения дисциплины студент должен:**

В результате изучения дисциплины студент должен:

### Знать

- модели квадратичного программирования;
- двойственность задач нелинейного программирования;
- модели динамического программирования;
- основы вариационного исчисления;

### Уметь

- создавать модели нелинейного программирования и проводить анализ моделей;
- решать задачи квадратичного программирования;
- создавать оптимизационные модели;
- создавать модели динамического программирования;
- творчески использовать теоретические знания на практике;
- использовать полученные знания для планирования функционирования и развития предприятия и в научных исследованиях.

### Владеть

- методами решения задач квадратичного программирования;

- методами решения задач динамического программирования;
- методами решения задач вариационного исчисления;

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		1	2	3	4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>36</b>	<b>36</b>			
В том числе:	–				
Лекции	10	10			
Лабораторные работы (ЛР)	12	12			
Практические занятия (ПЗ)	14	14			
Семинары (С)	–				
Коллоквиумы (К)					
Курсовой проект (работа) (аудиторная нагрузка)	не предусмотрен				
<i>Другие виды аудиторной работы</i>					
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>72</b>	<b>72</b>			
В том числе:	–				
Курсовой проект (работа) (самостоятельная работа)	–				
Расчетно-графические работы	–				
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>					
Проработка лекционного материала	10	10			
Подготовка к практическим занятиям	28	28			
Подготовка к лабораторным занятиям	24	24			
Самостоятельное изучение тем теоретической части	10	10			
<b>Подготовка к экзамену</b>					
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)					
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час зач. ед.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>		
		<b>3</b>	<b>3</b>		

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Таблица 5.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лабораг. занятия	Практич. занятия	Самост. работа студентов	Всего часов	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Тема 1. Квадратичное программирование	2	4	4	22	32	ОК-4, ОПК-1, ОК-3
2	Тема 2. Теория двойственности	2	–	–	6	8	ОК-4, ОПК-1, ОК-3
3	Тема 3. Модели динамического программирования	4	4	6	22	36	ОК-4, ОПК-1, ОК-3
4	Тема 4. Вариационное исчисление	2	4	4	22	32	ОК-4, ОПК-1, ОК-3
	<b>ИТОГО</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>72</b>	<b>108</b>	

##### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Таблица 5.2

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1	2	3	4	5
1.	Тема 1. Квадратичное программирование	Задача квадратичного программирования (ЗКП). Условие Куна-Таккера для ЗКП. Метод решения ЗКП с помощью искусственного базиса. Метод решения ЗКП с помощью симплексного преобразования таблицы коэффициентов уравнений. Задача о дополнителности. Метод решения задач о дополнителности (Д). Алгоритм решения задачи КП Мицеля-Хвачевского.	2	ОК-4, ПК-3
2.	Тема 2. Теория двойственности	Формулировка двойственной задачи. Геометрическая интерпретация двойственной по Лагранжу задачи. Разрыв	2	ОК-4, ПК-3

		двойственности. Решение двойственной по Лагранжу задачи. Задачи линейного и квадратичного программирования		
3.	Тема 3. Модели динамического программирования	Детерминированные управляемые процессы. Общая постановка задачи динамического программирования, принцип оптимальности и уравнения Беллмана. Задача о распределении средств между предприятиями. Задача об оптимальном распределении ресурсов между отраслями на $N$ лет. Управляемые $\square$ арковские процессы с доходами.	4	ОК-4, ПК-3
4.	Тема 4. Вариационное исчисление	Функционалы. Основные понятия. Необходимое и достаточное условия существования экстремума функционалов. Вариационные задачи с закрепленными концами. Многомерный случай. Уравнения Эйлера-Пуассона	2	ОК-4, ПК-3
	<b>ИТОГО</b>		<b>10</b>	

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

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) дисциплин			
		1	2	3	4
<b>Предшествующие дисциплины бакалавриата</b>					
1.	Методы оптимизации				

№ п/п	Наименование последующих дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, которые необходимы при изучении последующих дисциплин			
		1	2	3	4
<b>Последующие дисциплины</b>					
1.	Научно-исследовательская работа магистра				
2.	Преддипломная практика				

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

Перечень компетенций	Л	Пр	Лаб	СРС	Формы контроля
					(примеры)
ОК-4, ОПК-1	+	+	+	+	Устный ответ на практическом занятии, отчет по лабораторной работе.
ОК-4, ПК-3	+	+	+	+	Опрос на лекции, тест, опрос на практическом занятии.

Л – лекция, Пр – практические занятия, Лаб – лабораторные работы, 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 занятия (час)	Лабораторные занятия (час)	Всего (час)
Работа в команде				2	2
Пресс-конференция			2	2	4
Поисковый метод				2	2
Презентации с использованием различных вспомогательных средств: интерактивной доски, раздаточных материалов, видеофильмов, слайдов, мультимедийной презентации, задания на СРС		2	3		5
<b>Итого интерактивных занятий</b>		<b>2</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>13</b>

#### Примечание.

- Презентации с использованием различных вспомогательных средств (интерактивной доски, раздаточных материалов, видеофильмов, слайдов, мультимедийной презентации, задания на СРС) используются преподавателем и студентами на лекциях и практических занятиях обсуждении заданий на СРС.
- «Работа в команде» происходит в процессе выполнения всех лабораторных работ.



3. «Поисковый метод» студенты используют при выборе алгоритма решения задачи квадратичного программирования (лаб. работа № 1) и методов решения задач вариационного исчисления (лаб. работа № 4).
4. Основные результаты лабораторных работ (наиболее интересные исследования) студенты докладывают с помощью презентаций, проводя подобие пресс-конференций.

## 7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)	ОК, ПК
1.	1	Лабораторная работа №1. Квадратичное программирование. Оптимальный портфель ценных бумаг	4	ОК-4, ОПК-1, ПК-3
2.	3	Динамическое программирование	4	ОК-4, ОПК-1, ПК-3
3.	4	Вариационное исчисление	4	ОК-4, ОПК-1, ПК-3
<b>ИТОГО</b>			<b>12</b>	

## 8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

Таблица 8.1

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)	ОК, ПК
1.	3	Динамическое программирование. Детерминированные управляемые процессы	4	ОК-4, ОПК-1, ПК-3
2.	3	Динамическое программирование. Управляемые марковские процессы с доходами Контрольная работа 1.	4	ОК-4, ОПК-1, ПК-3
3.	4	Вариационное исчисление. Уравнение Эйлера для вариационных задач с закрепленными концами	3	ОК-4, ОПК-1, ПК-3
4.	4	Вариационное исчисление. Задачи со скользящими концами Контрольная работа 2.	3	ОК-4, ОПК-1, ПК-3
<b>ИТОГО</b>			<b>14</b>	

## 9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Таблица 9.1

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы	Трудо-емкость (час.)	Компетенции ОК, ПК	Контроль выполнения работы
1	2	3	4	5	6
1.	1 ÷ 4	Проработка лекционного материала	10	ОК-4, ОПК-1, ПК-3	Опрос на лекции, тест
2.	1, 3, 4	Подготовка к практическим занятиям	28	ОК-4, ОПК-1, ПК-3	Опрос на практических занятиях. Контрольная работа.
3.	1, 3, 4	Подготовка к лабораторным занятиям	24	ОК-4, ОПК-1, ПК-3	Защита лаб. работы, отчет по лаб. работе
4.	4	Самостоятельное изучение тем теоретической части	10	ОК-4, ОПК-1, ПК-3	Тест
<b>ИТОГО</b>			<b>72</b>		

### Темы самостоятельных работ

1. Метод динамического программирования;
2. Теория двойственности.

## 10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ – не предусмотрены

## 11. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА

Курс 1, семестр 1

Контроль обучения – Зачет.

Максимальный семестровый рейтинг – 100 баллов.

Для стимулирования планомерности работы студента в семестре в раскладку баллов введен компонент своевременности, который применяется только для студентов, своевременно

отчитывающихся по предусмотренным элементам контроля (контрольные работы, лабораторные работы).

На протяжении всего семестра текущая успеваемость **оценивается в баллах** нарастающим итогом. В таблице 11.1 содержится распределение баллов в течение семестра для дисциплины «Методы оптимизации», завершающейся зачетом и содержащей 5 лекций (10 часов), 7 практических занятий (14 часов), 3 лабораторных работы (12 часов), и 2 контрольные работы. В таблице 11.2 представлен пересчет суммы баллов по 1 и 2 контрольным точкам в традиционную оценку. В таблице 11.3 – представлен пересчет итоговой суммы баллов в традиционную и международную оценки.

Таблица 11.1 – Дисциплина «Методы оптимизации» (**зачет**, лекции, практические занятия, лабораторные работы, тесты)

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	4	4	4	<b>12</b>
Выполнение и защита результатов лабораторных работ	15	15	15	<b>45</b>
Контрольные работы на практических занятиях	10	10	10	<b>30</b>
Компонент своевременности	4	4	5	<b>13</b>
<b>Итого максимум за период:</b>	<b>33</b>	<b>33</b>	<b>34</b>	<b>100</b>
<b>Нарастающим итогом</b>	<b>33</b>	<b>66</b>	<b>100</b>	

После окончания семестра студент, набравший менее 60 баллов, считается неуспевающим, не получившим зачет. **Студент, выполнивший все запланированные лабораторные работы и набравший сумму 60 и более баллов, получает зачет «автоматом».**

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

Таблица 11.3 – Пересчет 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)
3 (удовлетворительно)	65 – 69	E (посредственно)
	60 - 64	
2 (неудовлетворительно), (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

## 12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ<sup>8</sup>

### 12.1 Основная литература

#### 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. Есипов Б.А. Методы исследования операций: Учебное пособие. – СПб.: Изд-во «Лань», 2010. – 256с. (электр. ресурс). – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/10250/>
2. 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)
3. Мицель А.А., Шелестов А.А. Методы оптимизации: Учеб. пособие – Томск: Изд-во ТУСУРА, 2004. – 256 с. (7 экз)
4. 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)

### 12.3 Учебно-методические пособия

1. Мицель А.А. Методы оптимизации: методические указания по выполнению практических работ для студентов направления подготовки 09.04.01 – Информатика и вычислительная техника (магистратура). – Томск: ТУСУР, 2015. – 28 с. [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://asu.tusur.ru/learning/090401p/d01/090401p-d01-pract.doc>
2. Мицель А.А. Методы оптимизации: методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов направления подготовки 09.04.01 – Информатика и вычислительная техника (магистратура). – Томск: ТУСУР, 2015. – 33 с. [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://asu.tusur.ru/learning/090401p/d01/090401p-d01-labs.doc>
3. Мицель А.А. Методы оптимизации: методические указания по выполнению самостоятельной работы для студентов направления подготовки 09.04.01 – Информатика и вычислительная техника (магистратура). – Томск: ТУСУР, 2015. – 16 с. [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://asu.tusur.ru/learning/090401p/d01/090401p-d01-work.doc>

### 12.4 Программное обеспечение

Математические пакеты Mathcad.

### 12.5 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://www.intuit.ru/>

<http://www.intuit.ru/department/se/devis/>

<http://poiskknig.ru> – электронная библиотека учебников Мех-Мата МГУ, Москва

<http://www.mathnet.ru.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

### 12.6 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

**Примечание:** некоторые издания из списка дополнительной литературы в библиотеке ТУСУРА отсутствуют, однако их и другую полезную литературу по этому курсу можно найти на сайте <http://zyurvas.narod.ru/bibstat.html> в открытом доступе. На сайте <http://www.intuit.ru/department/se/devis/> в открытом доступе размещено несколько курсов по статистике.

## 13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения лекций по дисциплине используются персональный ПК с проектором. Лабораторные занятия осуществляются в компьютерном классе с использованием математических пакетов Excel, Mathcad.

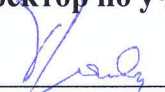


Приложение к рабочей программе

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И  
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ П. Е. Троян  
«28» \_\_\_\_\_ 09 2016 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

Уровень основной образовательной программы: \_\_\_\_\_ магистратура \_\_\_\_\_

Направление подготовки (специальность): \_\_\_\_\_ 09.04.01 Информатика и вычислительная техника \_\_\_\_\_

Направленность (профиль): \_\_\_\_\_ Программное обеспечение вычислительных машин, систем  
и компьютерных сетей \_\_\_\_\_

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

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

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

Курс 1 Семестр 1

Учебный план набора 2015 года и последующих лет

Зачет 1 семестр

Томск 2016

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
ОК-4	способностью заниматься научными исследованиями	<p><b>Знать:</b> - основные приоритетные направления и критические технологии в научно исследовательской работе.</p> <p><b>Уметь:</b> ориентироваться в круге основных проблем и использовать методы анализа и синтеза для получения новых научных знаний;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками самостоятельной научной работы и работы в научном коллективе.</p>
ОПК-1	способностью воспринимать математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания, умение самостоятельно приобретать, развивать и применять их для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	<p><b>Знать:</b> – основные подходы к планированию, организации и управлению профессиональной деятельностью при решении нестандартных задач; – способы получения информации из различных источников для решения практических задач.</p> <p><b>Уметь:</b> – использовать на практике методы учебно-просветительской деятельности; – использовать навыки работы с персональным компьютером, программным обеспечением и сетевыми ресурсами;</p> <p><b>Владеть:</b> – навыками работы с информацией и базами данных; – культурой исследовательской работы, способностью в письменной и устной речи правильно и убедительно оформить</p>

		результаты мыслительной деятельности;
ПК-3	знание методов оптимизации и умение применять их при решении задач профессиональной деятельности	<p><b>Знать:</b> основные идеи методов оптимизации, особенностей областей применения и методики использования их как готового инструмента практической работы при проектировании и разработке систем, математической обработке данных технических, организационных и экономических задач, построении алгоритмов и организации вычислительных процессов на ПК.</p> <p><b>Уметь:</b> – применять теоретические знания при составлении моделирующих и программных алгоритмов решения задач оптимизации.</p> <p><b>Владеть:</b> – навыками работы с математическими программными пакетами, которые позволяют находить оптимальное решение поставленной задачи.</p>

## 2. РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

### 2.1 Компетенция ОК-4

**ОК-4:** способностью заниматься научными исследованиями

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

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого вида 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 этапов	- основные приоритетные направления и критические технологии в научно исследовательской работе.	ориентироваться в круге основных проблем и использовать методы анализа и синтеза для получения новых научных знаний.	навыками самостоятельной научной работы и работы в научном коллективе.
Виды занятий	– Лекции; – Практические занятия – Лабораторные занятия	– Практические занятия; – Выполнение домашнего задания; – Самостоятельная работа студентов	– Практические занятия – Лабораторные занятия; – Самостоятельная работа студентов
Используемые средства	– Тест; – Контрольная работа;	– Подготовка и устная защита индивидуального	– Защита отчета по лабораторной

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

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

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
<b>ОТЛИЧНО</b> (высокий уровень)	Демонстрация высокого уровня знаний; способность самостоятельного анализа и реализации полученных знаний. Знать классические и не классические алгоритмы решения хорошо и плохо-обусловленных СЛАУ	Демонстрация высокого уровня умений; способность разработать самостоятельный, характерный подход к решению поставленной задачи. Уметь применять численные методы решения плохо-обусловленных СЛАУ для решения основных задач прикладной математики (математической физики, экономики, математического моделирования, задач анализа данных);	Владение навыками и приемами на высоком уровне, способность дать собственную оценку изучаемого материала. Владеть методами решения основных задач вычислительной линейной алгебры; навыками оценивания погрешностей решения
<b>ХОРОШО</b> (базовый уровень)	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы знания решений хорошо и плохо-обусловленных СЛАУ	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения применять численные методы решения плохо-обусловленных СЛАУ для решения основных задач прикладной математики (математической	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение методами решения основных задач вычислительной линейной алгебры.

		физики, экономики, математического моделирования, задач анализа данных);	
<b>УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО</b> (низкий уровень)	Фрагментарное, неполное знания решения хорошо и плохо-обусловленных СЛАУ, основные методы исследования устойчивости решения систем уравнений.	Частичные, фрагментарные умения применять численные методы решения хорошо и плохо-обусловленных СЛАУ для решения основных задач прикладной математики (математической физики, экономики, математического моделирования, задач анализа данных).	Частичное, фрагментарное владение методами решения основных задач вычислительной линейной алгебры.

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</b> (высокий уровень)	– Классические и неклассические методы обработки экспериментальных данных; – Методы построения устойчивых алгоритмов решения задач параметрической идентификации динамических систем	– Пользоваться разработанными моделями для формализации и решения различных технических и социально-экономических задач;	– Математическим аппаратом построения устойчивых моделей параметрической идентификации; – математическими пакетами обработки данных Mathcad и Matlab.
<b>ХОРОШО</b> (базовый уровень)	– Знает неклассические методы обработки экспериментальных данных; – Знает не все известные методы построения устойчивых алгоритмов решения технических и	– Затрудняется пользоваться разработанными моделями для формализации и решения различных технических и социально-	– Недостаточно владеет математическим аппаратом построения устойчивых моделей параметрической

	социально-экономических задач	экономических задач	идентификации;;
<b>УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО (низкий уровень)</b>	– Плохо знает методы построения устойчивых алгоритмов решения задач параметрической идентификации динамических систем	Недостаточное умение использовать модели для решения ограниченного класса технических и социально-экономических задач	– Плохо владеет навыками математическим аппаратом построения устойчивых моделей параметрической идентификации; – Не достаточно умело пользуется математическими пакетами обработки данных Mathcad или Matlab.

## 2.2 Компетенция ОПК-1

**ОПК-1:** способность воспринимать математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания, умение самостоятельно приобретать, развивать и применять их для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте

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>	– основные подходы к планированию, организации и управлению профессиональной деятельностью при решении нестандартных задач; – способы получения информации из различных источников для решения практических задач.	– использовать на практике методы учебно-просветительской деятельности; – использовать навыки работы с персональным компьютером, программным обеспечением и сетевыми ресурсами;	– навыками работы с информацией и базами данных; – культурой исследовательской работы, способностью в письменной и устной речи правильно и убедительно оформить результаты мыслительной деятельности.



<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>– Зачет</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 2.1.2..

**Таблица 2.2.2.** – 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>	Знать на высоком уровне основные подходы к планированию, организации и управлению профессиональной деятельностью при решении нестандартных задач, способы получения информации из различных источников для решения практических задач.	Грамотно использовать на практике методы учебно-просветительской деятельности, навыки работы с персональным компьютером, программным обеспечением и сетевыми ресурсами;	Владеть на высоком уровне навыками работы с информацией и базами данных, культурой исследовательской работы, способностью в письменной и устной речи правильно и убедительно оформить результаты мыслительной деятельности.
<b>ХОРОШО (базовый уровень)</b>	Знать на хорошем уровне основные подходы к планированию, организации и управлению профессиональной деятельностью при решении	Уметь на хорошем уровне использовать на практике методы учебно-просветительской деятельности, навыки работы с персональным	Владеть на хорошем уровне навыками работы с информацией и базами данных, культурой исследовательской работы, способностью в

	нестандартных задач, способы получения информации из различных источников для решения практических задач.	компьютером, программным обеспечением и сетевыми ресурсами.	письменной и устной речи правильно и убедительно оформить результаты мыслительной деятельности.
<b>УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО</b> (низкий уровень)	Имеется пробелы в знаниях основных подходов к планированию, организации и управлению профессиональной деятельностью при решении нестандартных задач, способах получения информации из различных источников для решения практических задач.	Имеется пробелы в использовании на практике методов учебно-просветительской деятельности, навыков работы с персональным компьютером, программным обеспечением и сетевыми ресурсами.	Имеются пробелы с использованием навыков работы с информацией и базами данных, культурой исследовательской работы, способностью в письменной и устной речи правильно и убедительно оформить результаты мыслительной деятельности.

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

**Таблица 2.2.3.** – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

<b>Показатели и критерии</b>	<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
<b>ОТЛИЧНО</b> (высокий уровень)	Знать на высоком уровне модели квадратичного программирования; двойственность задач нелинейного программирования; модели динамического программирования; основы вариационного исчисления.	Уметь на высоком уровне создавать модели нелинейного программирования и проводить анализ моделей; решать задачи квадратичного программирования; создавать оптимизационные модели; создавать модели динамического программирования; творчески использовать теоретические знания на практике;	На высоком уровне владеть методами решения задач квадратичного программирования; методами решения задач динамического программирования; методами решения задач вариационного исчисления;

		использовать полученные знания для планирования функционирования и развития предприятия и в научных исследованиях.	
<b>ХОРОШО (базовый уровень)</b>	Знать на хорошем уровне модели квадратичного программирования; двойственность задач нелинейного программирования; модели динамического программирования; основы вариационного исчисления.	Уметь на хорошем уровне создавать модели нелинейного программирования и проводить анализ моделей; решать задачи квадратичного программирования; создавать оптимизационные модели; создавать модели динамического программирования; творчески использовать теоретические знания на практике; – использовать полученные знания для планирования функционирования и развития предприятия и в научных исследованиях.	На хорошем уровне владеть методами решения задач квадратичного программирования; методами решения задач динамического программирования; методами решения задач вариационного исчисления.
<b>УДОВЛЕТВО- РИТЕЛЬНО (низкий уровень)</b>	Недостаточный уровень знания моделей квадратичного программирования, двойственности задач нелинейного программирования, моделей динамического программирования, основ вариационного исчисления.	Недостаточный уровень умения создавать модели нелинейного программирования и проводить анализ моделей, решать задачи квадратичного программирования, создавать оптимизационные модели, создавать модели динамического программирования; творчески использовать теоретические знания на практике; использовать	Недостаточно владеет методами решения задач квадратичного программирования, методами решения задач динамического программирования, методами решения задач вариационного исчисления.

		полученные знания для планирования функционирования и развития предприятия и в научных исследованиях.	
--	--	---	--

### 2.3 Компетенция ПК-3

**ПК-3:** знание методов оптимизации и умение применять их при решении задач профессиональной деятельности

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
Содержание этапов	основные идеи методов оптимизации, особенностей областей применения и методики использования их как готового инструмента практической работы при проектировании и разработке систем, математической обработке данных технических, организационных и экономических задач, построении алгоритмов и организации вычислительных процессов на ПК.	применять теоретические знания при составлении моделирующих и программных алгоритмов решения задач оптимизации.	навыками работы с математическими программными пакетами, которые позволяют находить оптимальное решение поставленной задачи.
Виды занятий	– Лекции; – Практические занятия – Лабораторные занятия	– Практические занятия; – Выполнение домашнего задания; – Самостоятельная работа студентов	– Практические занятия – Лабораторные занятия; – Самостоятельная работа студентов
Используемые средства оценивания	– Тест; – Контрольная работа; – Выполнение домашнего задания (реферат); – Зачет	– Подготовка и устная защита индивидуального домашнего задания (презентация); – Конспект	– Защита отчета по лабораторной работе, – Защита домашнего задания

		самостоятельной работы	(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)	Знать на высоком уровне основные идеи методов оптимизации, особенностей областей применения и методики использования их как готового инструмента практической работы при проектировании и разработке систем, математической обработке данных технических, организационных и экономических задач, построении алгоритмов и организации вычислительных процессов на ПК.	Уметь на высоком уровне применять теоретические знания при составлении моделирующих и программных алгоритмов решения задач оптимизации.	На высоком уровне владеть навыками работы с математическими программными пакетами, которые позволяют находить оптимальное решение поставленной задачи.
<b>ХОРОШО</b> (базовый уровень)	Знать на хорошем уровне основные идеи методов оптимизации, особенностей областей применения и методики использования их как готового инструмента практической работы при проектировании и	Уметь на хорошем уровне применять теоретические знания при составлении моделирующих и программных алгоритмов решения задач оптимизации.	На хорошем уровне владеть навыками работы с математическими программными пакетами, которые позволяют находить оптимальное решение поставленной задачи.

	разработке систем, математической обработке данных технических, организационных и экономических задач, построении алгоритмов и организации вычислительных процессов на ПК.		
<b>УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО (низкий уровень)</b>	Низкий уровень знания основных идей методов оптимизации, особенностей областей применения и методики использования их как готового инструмента практической работы при проектировании и разработке систем, математической обработке данных технических, организационных и экономических задач, построении алгоритмов и организации вычислительных процессов на ПК.	Имеются пробелы в умении применять теоретические знания при составлении моделирующих и программных алгоритмов решения задач оптимизации.	Недостаточный уровень владения навыками работы с математическими программными пакетами, которые позволяют находить оптимальное решение поставленной задачи.

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

**Таблица 2.3.3.** – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

<b>Показатели и критерии</b>	<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
<b>ОТЛИЧНО (высокий уровень)</b>	Знать на высоком уровне модели квадратичного программирования; двойственность задач нелинейного программирования; модели динамического	Уметь на высоком уровне создавать модели нелинейного программирования и проводить анализ моделей; решать задачи	На высоком уровне владеть методами решения задач квадратичного программирования; методами решения задач



	<p>программирования; основы вариационного исчисления.</p>	<p>квадратичного программирования; создавать оптимизационные модели; создавать модели динамического программирования; творчески использовать теоретические знания на практике; использовать полученные знания для планирования функционирования и развития предприятия и в научных исследованиях.</p>	<p>динамического программирования; методами решения задач вариационного исчисления;</p>
<p><b>ХОРОШО</b> (базовый уровень)</p>	<p>Знать на хорошем уровне модели квадратичного программирования; двойственность задач нелинейного программирования; модели динамического программирования; основы вариационного исчисления.</p>	<p>Уметь на хорошем уровне создавать модели нелинейного программирования и проводить анализ моделей; решать задачи квадратичного программирования; создавать оптимизационные модели; создавать модели динамического программирования; творчески использовать теоретические знания на практике; использовать полученные знания для планирования функционирования и развития предприятия и в научных исследованиях.</p> <p>–</p>	<p>На хорошем уровне владеть методами решения задач квадратичного программирования; методами решения задач динамического программирования; методами решения задач вариационного исчисления.</p>
<p><b>УДОВЛЕТВО-</b> <b>РИТЕЛЬНО</b> (низкий уровень)</p>	<p>Недостаточный уровень знания моделей квадратичного программирования, двойственности задач нелинейного программирования,</p>	<p>Недостаточный уровень умения создавать модели нелинейного программирования и проводить анализ моделей, решать задачи</p>	<p>Недостаточно владеет методами решения задач квадратичного программирования, методами решения задач</p>

	моделей динамического программирования, основ вариационного исчисления.	квадратичного программирования, создавать оптимизационные модели, создавать модели динамического программирования; творчески использовать теоретические знания на практике; использовать полученные знания для планирования функционирования и развития предприятия и в научных исследованиях.	динамического программирования, методами решения задач вариационного исчисления.
--	---	--	--

### 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) Динамическое программирование. Детерминированные управляемые процессы.
- 2) Динамическое программирование. Управляемые марковские процессы с доходами.
- 3) Вариационное исчисление. Уравнение Эйлера для вариационных задач с закрепленными концами
- 4) Вариационное исчисление. Задачи со скользящими концами

#### 3.2 Темы лабораторных работ

- 1) Работа 1. Квадратичное программирование. Оптимальный портфель ценных бумаг
- 2) Работа 2. Динамическое программирование
- 3) Работа 3. Вариационное исчисление

#### 3.3 Вопросы для зачета

- 1) Запишите задачу квадратичного программирования (КП). Задача выбора портфеля ценных бумаг.
- 2) Условие Куна-Таккера для задач КП.
- 3) Решение задачи КП с помощью симплексного преобразования таблицы коэффициентов уравнений
- 4) Решение задачи КП с помощью искусственного базиса
- 5) Задача о дополнителности.
- 6) Метод решения задач о дополнителности.

- 7) Алгоритм решения задачи КП Мицеля-Хвощевского.
- 8) Формулировка двойственной задачи.
- 9) Геометрическая интерпретация двойственной по Лагранжу задачи
- 10) Разрыв двойственности.
- 11) Решение двойственной по Лагранжу задачи. Алгоритм градиентного метода.
- 12) Задачи линейного и квадратичного программирования.
- 13) Общая постановка задачи динамического программирования
- 14) Принцип оптимальности и уравнения Беллмана
- 15) Задача о распределении средств между предприятиями
- 16) Задача об оптимальном распределении ресурсов между отраслями на  $N$  лет
- 17) Задача о замене оборудования
- 18) Вариационное исчисление. Понятие функционала.
- 19) Необходимые и достаточные условия существования экстремума функционала.
- 20) Основная лемма вариационного исчисления.
- 21) Вариационные задачи с закрепленными концами
- 22) Уравнение Эйлера для вариационных задач с закрепленными концами (случаи 1, 2).
- 23) Уравнение Эйлера для вариационных задач с закрепленными концами (случаи 3, 4).
- 24) Уравнение Эйлера для вариационных задач с закрепленными концами (случаи 5)
- 25) Вариационные задачи с подвижными концами. Условие трансверсальности.
- 26) Уравнение Эйлера для вариационных задач с закрепленными концами (многомерный случай).
- 27) Уравнение Эйлера-Пуассона.

### 3.4 Домашние индивидуальные задания по теме

- 1) Задача о распределении инвестиций.
- 2) Задача о распределении механизмов
- 3) Задача об экзаменационной сессии
- 4) Стохастическая задача о фермере.

### 3.5 Темы контрольных работ

- 1) Динамическое программирование. Управляемые марковские процессы с доходами
- 2) Вариационное исчисление. Задачи со скользящими концами.

### 3.6 Темы для самостоятельной работы

- 1) Метод динамического программирования.
- 2) Теория двойственности.

## 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.