

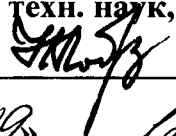


101

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего профессионального образования**  
**Пермский национальный исследовательский**  
**политехнический университет**  
**Факультет прикладной математики и механики**  
**Кафедра «Математическое моделирование систем и процессов»**

**УТВЕРЖДАЮ**

**Проректор по учебной работе**  
**д-р техн. наук, проф.**

  
\_\_\_\_\_  
«19» \_\_\_\_\_ 2014 г.

Н. В. Лобов

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Методы оптимизации»**  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Основная образовательная программа подготовки бакалавров  
Направление 010400.62 «Прикладная математика и информатика»

**Профиль подготовки бакалавра**

**«Математическое моделирование»**

**Квалификация (степень)**  
**выпускника:**

**бакалавр**

**Выпускающая кафедра:**

**«Математическое моделирование систем и**  
**процессов»**

**Форма обучения:**

**очная**

**Курс: 3**

**Семестр: 6**

**Трудоёмкость:**

|                                              |       |
|----------------------------------------------|-------|
| - кредитов по рабочему учебному плану (РУП): | 6 ЗЕ  |
| - часов по рабочему учебному плану (РУП):    | 216 ч |

**Виды контроля:**

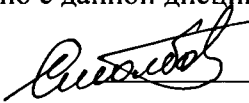
Экзамен: -6-    Зачёт: -    Курсовой проект: -    Курсовая работа: -

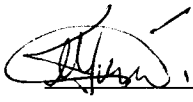
**Пермь**  
**2014**

Учебно-методический комплекс дисциплины «Методы оптимизации» разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «538» от « 20 » мая 2010 г. по направлению 010400.62 «Прикладная математика и информатика»;
- компетентностной модели выпускника ООП по направлению 010400.62 «Прикладная математика и информатика», профилю подготовки «Математическое моделирование», утвержденной «24» июня 2013 г.;
- базового учебного плана очной формы обучения по направлению 010400.62 «Прикладная математика и информатика, профилю подготовки «Математическое моделирование», утверждённого « 29» августа 2011 г.

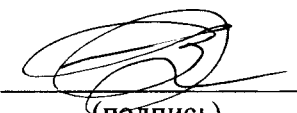
Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин «Математический анализ», «Комплексный анализ», «Функциональный анализ», «Исследование операций», участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик д-р. техн. наук, проф.  В.Ю.Столбов

Рецензент д-р. физ.-мат. наук, проф.  М.Б.Гитман

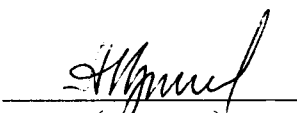
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Математическое моделирование систем и процессов» « 28 » февраля 2014 г., протокол № 2013/14-5.

Заведующий кафедрой ММСР  
д-р физ.-мат.наук, проф.

  
(подпись) П.В.Трусов

Рабочая программа одобрена методической комиссией  
факультета « 11 » 04 20 14 г., протокол № 2/13-14

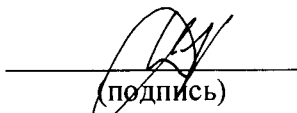
Председатель учебно-методической комиссии  
ФПММ  
д-р тех.наук, проф.

  
(подпись) А.И.Цаплин

СОГЛАСОВАНО  
Заведующий выпускающей  
кафедрой «Математическое моделирование  
систем и процессов»  
д-р физ.-мат.наук, проф.

  
(подпись) П.В.Трусов

Начальник управления образовательных  
программ,  
канд. техн. наук, доц.

  
(подпись) Д.С. Репецкий

## **1. Общие положения**

### **1.1 Цель учебной дисциплины**

Формирование знаний основ теории оптимизации, умений и навыков выбора оптимальных параметров при исследовании систем и процессов. Для этих целей предлагается использовать аппарат методов оптимизации.

В процессе изучения данной дисциплины студент расширяет и углубляет следующую компетенцию:

- способность к анализу и синтезу исследуемых систем и процессов (ПСК-1).

### **1.2 Задачи дисциплины**

- дать **знания** студентам в области теории оптимизации, научить их формулировать задачи оптимизации в различных областях их профессиональной деятельности;
- ознакомить студентов с современными методами решения задач оптимизации и сформировать их **умения** решать стандартные задачи оптимизации;
- сформировать **владения** студентов по определению оптимальных параметров систем и процессов с помощью методов теории оптимизации.

### **1.3. Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:**

- технические, организационные, социальные, экономические и информационные системы;
- технологические процессы термомеханической обработки материалов.

### **1.4. Место дисциплины в структуре профессиональной подготовки выпускников.**

Дисциплина «Методы оптимизации» относится к базовой части Профессионального цикла и является обязательной дисциплиной при освоении ООП ВПО по направлению 010400.62 «Прикладная математика и информатика», профиль подготовки «Математическое моделирование».

В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанной в пункте 1.1 компетенции и демонстрировать следующие результаты:

#### **знать:**

- современные методы оптимизации технических, социальных и экономических систем;
- теоретические основы выпуклого анализа, вариационного исчисления, оптимального управления и численных методов математического программирования.

**уметь:**

- выполнять постановку задачи оптимизации;
- проводить исследование задачи на существование решения;
- осуществлять выбор и обоснование выбора метода решения задачи;
- решать стандартные задачи оптимизации.

**владеть:**

- аналитическими и численными методами решения задач оптимизации;
- навыками решения стандартных задач оптимизации, а также работы со стандартными пакетами программ.

При изложении дисциплины особое внимание уделяется вопросу выбора методов оптимизации при исследовании различных систем и процессов.

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

| Код                                             | Наименование компетенции                                    | Предшествующие Дисциплины                                            | Последующие дисциплины (группы дисциплин) |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <i>Профильно-специализированные компетенции</i> |                                                             |                                                                      |                                           |
| ПСК-1                                           | Способен к анализу и синтезу исследуемых систем и процессов | Математический Анализ<br>Комплексный анализ<br>Функциональный анализ | Исследование операций                     |

## 2. Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенции ПСК-1.

### 2.1. Дисциплинарная карта компетенции ПСК-1

|                    |                                                                                                                  |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Код<br>ПСК-1       | <b>Формулировка компетенции:</b><br>Способен к анализу и синтезу исследуемых систем и процессов                  |
| Код<br>ПСК-1.Б3.Б8 | <b>Формулировка дисциплинарной части компетенции:</b><br>Способен к решению задач оптимизации систем и процессов |

### Требования к компонентному составу части компетенции

| Перечень компонентов                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Виды учебной работы                                                              | Средства оценки                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Знает:</b><br>особенности применения стандартных математических методов оптимизации физико-механических и информационных систем и процессов.                                                                                                                                                                         | Лекция<br>Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала. | Теоретические вопросы текущего контроля и промежуточной аттестации в форме экзамена       |
| <b>Умеет:</b><br>обосновывать выбор и применять стандартные математические методы оптимизации физико-механических и информационных систем и процессов для решения прикладных и научных задач.                                                                                                                           | Практические занятия<br>Самостоятельная работа по решению практических заданий   | Задания на практические занятия и самостоятельную работу, практические задания к экзамену |
| <b>Владеет:</b><br>- навыками применения стандартных математических методов оптимизации физико-механических и информационных систем и процессов при решении прикладных и научных задач;<br>- опытом применения стандартных математических методов оптимизации при моделировании физико-механических систем и процессов. | Самостоятельная работа по выполнению индивидуальных заданий                      | Практические задания к экзамену                                                           |

### 3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 3.1. Объём и виды учебной работы

| №<br>п.п. | Виды учебной работы                                                                                                      | Трудоёмкость, ч  |                  |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
|           |                                                                                                                          | семестр 6        | всего            |
| 1         | 2                                                                                                                        | 3                | 3                |
| 1         | <b>Аудиторная работа</b>                                                                                                 | 88               | 88               |
|           | -в том числе в интерактивной форме                                                                                       | 22               | 22               |
|           | - лекции (Л)                                                                                                             | 34               | 34               |
|           | -в том числе в интерактивной форме                                                                                       | 8                | 8                |
|           | - практические занятия (ПЗ)                                                                                              | 54               | 54               |
|           | -в том числе в интерактивной форме                                                                                       | 14               | 14               |
|           | - лабораторные работы (ЛР)                                                                                               | -                | -                |
|           | -в том числе в интерактивной форме                                                                                       | -                | -                |
| 2         | <b>Контроль самостоятельной работы (КСР)</b>                                                                             | 2                | 2                |
| 3         | <b>Самостоятельная работа студентов (СРС)</b>                                                                            | 90               | 90               |
|           | - изучение теоретического материала (ИЗТ)                                                                                | 26               | 26               |
|           | - подготовка к практическим аудиторным занятиям (ПАЗ)                                                                    | 44               | 44               |
|           | - выполнение индивидуальных заданий (ИЗ)                                                                                 | 20               | 20               |
| 4         | <b>Итоговая аттестация по дисциплине:<br/>Экзамен</b>                                                                    | 36               | 36               |
| 5         | <b>Трудоёмкость дисциплины, всего:</b><br><div style="text-align: right;">в часах (ч)<br/>в зачётных единицах (ЗЕ)</div> | <b>216<br/>6</b> | <b>216<br/>6</b> |

#### 4. Содержание учебной дисциплины

##### 4.1. Модульный тематический план

Таблица 4.1. Тематический план по модулям учебной дисциплин

| Номер модуля        | Номер раздела дисциплины | Номер темы дисциплины | Количество часов (очная форма обучения) |    |    |    |     |                     |                         | Трудоемк., ч./ЗЕ |   |
|---------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------------------------|----|----|----|-----|---------------------|-------------------------|------------------|---|
|                     |                          |                       | Аудиторная работа                       |    |    |    | КСР | Итоговая аттестация | Самостоятельная работа  |                  |   |
|                     |                          |                       | Всего                                   | Лк | ПЗ | ЛР |     |                     |                         |                  |   |
| 1                   | 2                        | 3                     | 4                                       | 5  | 6  | 7  | 8   | 9                   | 10                      |                  |   |
| 1                   | 1                        | Введение              | 2                                       | 2  |    |    |     |                     |                         |                  | 2 |
|                     |                          | 1                     | 8                                       | 4  | 4  |    |     |                     | ИЗТ-4<br>ПАЗ-4          | 16               |   |
|                     |                          | 2                     | 14                                      | 6  | 8  |    |     |                     | ИЗТ-6<br>ПАЗ-8          | 28               |   |
|                     |                          | 3                     | 12                                      | 5  | 6  |    |     |                     | ИЗТ-4<br>ИЗ-4<br>ПАЗ-6  | 26               |   |
|                     | Итого по модулю          |                       | 36                                      | 17 | 18 |    | 1   |                     | 36                      | 72/2             |   |
| 2                   | 2                        | 4                     | 14                                      | 4  | 10 |    |     |                     | ИЗТ-4<br>ИЗ-4<br>ПАЗ-8  | 30               |   |
|                     |                          | 5                     | 18                                      | 6  | 12 |    |     |                     | ИЗТ-4<br>ИЗ-4<br>ПАЗ-8  | 34               |   |
|                     |                          | 6                     | 21                                      | 6  | 14 |    |     |                     | ИЗТ-4<br>ИЗ-8<br>ПАЗ-10 |                  |   |
|                     |                          | Заключение            | 1                                       | 1  |    |    |     |                     |                         |                  |   |
|                     | Итого по модулю          |                       | 54                                      | 17 | 36 |    | 1   |                     | 54                      | 108/3            |   |
| Итоговая аттестация |                          |                       |                                         |    |    |    |     | 36                  |                         | 36/1             |   |
| ИТОГО               |                          |                       | 90                                      | 34 | 54 |    | 2   | 36                  | 90                      | 216/6            |   |

ИЗ – Индивидуальные задания;

ПАЗ – подготовка к аудиторным занятиям;

ИЗТ – изучение теоретического материала;

КР – контрольная работа.

## **4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины**

**Модуль 1.** Методы решения гладких задач оптимизации.

**Раздел 1.** Методы решения гладких задач оптимизации. Л – 17 ч, ПЗ – 18 ч, КСР – 1 ч, СРС – 36 ч. Кредитов – 2

**Введение.** Предмет теории оптимизации. История развития науки. Основные понятия и определения.

**Тема 1.** Гладкие задачи минимизации функции многих переменных без ограничений. Теорема Вейерштрасса о существовании решения. Следствие. Теорема Ферма о необходимых условиях локального экстремума. Теорема о достаточных условиях локального экстремума. Матрица Гессе. Условия Сильвестра. Примеры решения задач оптимизации.

**Тема 2.** Гладкие задачи минимизации функции многих переменных с ограничениями типа равенств и неравенств. Правило множителей Лагранжа. Теорема о необходимых условиях локального экстремума в задаче с ограничениями типа неравенств. Условия дополняющей нежесткости. Примеры решения задач оптимизации.

**Тема 3.** Задачи многокритериальной оптимизации. Методы сведения к задачам однокритериальной оптимизации. Парето-оптимальные решения. Методы определения множества Парето. Примеры решения многокритериальных задач оптимизации.

**Модуль 2.** Численные методы решения задач оптимизации.

**Раздел 2.** Численные методы решения задач оптимизации. ЛК - 16 ч, ПЗ - 36 ч, КСР – 1 ч, СРС – 54 ч. Кредитов – 3

**Тема 4.** Численные методы решения задач минимизации функции одной переменной на заданном отрезке. Методы минимизации унимодальных функций (метод деления отрезка пополам, метод «золотого» сечения и метод Фибоначчи). Метод ломаных для минимизации липшицевых функций. Метод касательных и метод Ньютона для минимизации выпуклых функций на заданном отрезке. Условия сходимости методов. Примеры численного решения задач оптимизации.

**Тема 5.** Численные методы решения задач минимизации функции многих переменных без ограничений. Методы поиска (метод деформируемого многогранника и метод Хука-Дживса). Градиентные методы. Выбор оптимального шага. Метод наискорейшего спуска. Условия сходимости методов. Примеры численного решения задач оптимизации.

**Тема 6.** Численные методы решения задач минимизации функции многих переменных с ограничениями. Проекция точки на множество. Методы проекции градиента. Методы штрафных функций. Условия сходимости методов. Примеры численного решения задач оптимизации.

**Заключение** ЛК - 1 час. Приложения теории оптимизации.

**Экзамен** АЧ – 36 час. Кредитов – 1

### 4.3. Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2. Темы практических занятий

| № п.п | Номер темы дисциплины | Наименование темы практического занятия                                                                                                                                     |
|-------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | 1                     | Минимизация функций одной переменной без ограничений.                                                                                                                       |
| 2     |                       | Минимизация функций многих переменных без ограничений.                                                                                                                      |
| 3     | 2                     | Минимизация функций многих переменных с ограничениями типа равенств. Правило Лагранжа.                                                                                      |
| 4     |                       | Минимизация функций многих переменных с ограничениями типа неравенств.                                                                                                      |
| 5     |                       | Минимизация функций многих переменных с ограничениями типа равенств и неравенств.                                                                                           |
| 6     | 3                     | Построение обобщенных критериев оптимизации в виде сверток. Решение многокритериальных задач с помощью обобщенных критериев.                                                |
| 7     |                       | Построение обобщенных критериев оптимизации в пространстве критериев. Решение многокритериальных задач с помощью обобщенных критериев.                                      |
| 8     |                       | Нахождение Парето-оптимальных решений для гладких задач оптимизации.                                                                                                        |
| 9     |                       | Применение численных методов построения Парето-множеств.                                                                                                                    |
| 10    |                       | Контрольная работа 1                                                                                                                                                        |
| 11    | 4                     | Численные методы оптимизации функций одной переменной. Методы минимизации унимодальных функций (метод деления отрезка пополам, метод «золотого» сечения и метод Фибоначчи). |
| 12    |                       | Численные методы оптимизации функций одной переменной. Метод ломаных для минимизации липшицевых функций.                                                                    |
| 13    |                       | Численные методы оптимизации функций одной переменной. Метод касательных и метод Ньютона для минимизации выпуклых функций.                                                  |
| 14    | 5                     | Численные методы оптимизации функций многих                                                                                                                                 |

|    |   |                                                                                                   |
|----|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15 |   | переменных без ограничений. Метод деформированного многогранника.                                 |
| 16 |   | Численные методы оптимизации функций многих переменных. Метод Хука-Дживса.                        |
| 17 |   | Численные методы оптимизации функций многих переменных без ограничений. Градиентные методы.       |
| 18 | 6 | Численные методы оптимизации функций многих переменных. Метод наискорейшего спуска.               |
| 19 |   | Численные методы оптимизации функций многих переменных с ограничениями. Метод проекции градиента. |
| 20 |   | Численные методы оптимизации функций многих переменных с ограничениями. Методы штрафных функций.  |
|    |   | Контрольная работа 2                                                                              |

#### 4.4. Перечень тем лабораторных работ

Не предусмотрены.

#### 4.5. Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 4.3. Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

| Номер темы дисциплины | Вид самостоятельной работы студентов (СРС) | Трудоемкость, часов |
|-----------------------|--------------------------------------------|---------------------|
| 1                     | Изучение теоретического материала          | 4                   |
|                       | Подготовка к аудиторным занятиям           | 4                   |
| 2                     | Подготовка к аудиторным занятиям           | 8                   |
|                       | Изучение теоретического материала          | 6                   |
| 3                     | Подготовка к аудиторным занятиям           | 6                   |
|                       | Изучение теоретического материала          | 4                   |
|                       | Индивидуальные задания                     | 4                   |
| 4                     | Подготовка к аудиторным занятиям           | 8                   |
|                       | Изучение теоретического материала          | 4                   |
|                       | Индивидуальные задания                     | 4                   |
| 5                     | Подготовка к аудиторным занятиям           | 8                   |
|                       | Изучение теоретического материала          | 4                   |
|                       | Индивидуальные задания                     | 4                   |
| 6                     | Подготовка к аудиторным занятиям           | 10                  |
|                       | Изучение теоретического материала          | 4                   |
|                       | Индивидуальные задания                     | 8                   |
|                       | <b>Итого:</b><br>в часах/в 3Е              | <b>90/2.5</b>       |

#### 4.5.1. Подготовка к аудиторным занятиям

Прочитать конспект предыдущей лекции и материал, заданный для самостоятельных занятий;

сконцентрировать своё внимание на теме, которую Вы проходите;

если что-то непонятно, сформулировать вопросы, чтобы задать их преподавателю;

обязательно делать домашние задания;

вовремя решать все практические задания, выданные на практических аудиторных занятиях;

читать, анализируя материал, формируйте своё собственное мнение;

если у Вас возникли какие-либо проблемы, связанные с учёбой, сразу же сказать об этом своему преподавателю;

использовать время перед началом лекции, чтобы собраться с мыслями и подготовиться к теме занятий;

периодически спрашивать себя, совпадают ли аудиторные занятия с Вашими понятиями о данном предмете. Если Ваши ожидания не удовлетворены, сходить на консультацию к Вашему преподавателю, и чем раньше - тем лучше.

#### 4.5.2. Изучение теоретического материала

Тематика вопросов:

**Тема 1.** Доказательство теорем Вейерштрасса и Ферма.

**Тема 2.** Доказательство теоремы о необходимых условиях локального минимума в гладкой задаче минимизации функции многих переменных с ограничениями типа неравенств.

**Тема 3.** Построение алгоритма последовательных уступок при решении задач многокритериальной оптимизации.

**Тема 4.** Доказательство теоремы об условиях сходимости метода ломаных и метода касательных.

**Тема 5.** Построение алгоритма минимизации функции многих переменных на всем евклидовом пространстве методом деформируемого многогранника (Нелдера-Мида). Доказательство теоремы об условиях сходимости градиентных методов.

**Тема 6.** Вывод формул для определения проекции точки на канонические множества в евклидовом пространстве (плоскость, шар, многогранник). Доказательство теоремы об условиях сходимости метода штрафных функций.

#### **4.5.3. Индивидуальные задания**

1. Решение задачи многокритериальной оптимизации различными методами.
2. Выполнение расчетной работы по численным методам одномерной оптимизации.
3. Выполнение расчетной работы по численным методам минимизации функции многих переменных без ограничений различными методами.
4. Выполнение расчетной работы по численным методам минимизации функции многих переменных с ограничениями различными методами.

### **5. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенции**

В преподавании дисциплины «Методы оптимизации» используются следующие образовательные технологии:

1. Проблемное изложение лекций;
2. Информационные технологии (презентация лекций, подготовка к аудиторным занятиям с помощью электронного учебного пособия);
3. Рейтинговая система обучения и контроля уровня сформированности заявленной дисциплинарной компетенции;
4. Формирование исследовательских навыков у студентов при выполнении расчетных работ с обязательным анализом полученных численных результатов.

### **6. Управление и контроль освоения компетенции**

#### **6.1. Текущий контроль освоения заданной дисциплинарной части компетенции**

Текущий контроль реализуется в виде теоретических опросов, проводимых перед лекциями, оценки успеваемости студента на лекционных и практических занятиях в рамках рейтинговой системы.

#### **6.2. Рубежный и промежуточный контроль освоения заданной дисциплинарной части компетенции**

Рубежный контроль освоения заданной дисциплинарной части компетенции для данной дисциплины осуществляется в форме проведения двух контрольных работ после изучения студентами учебных модулей.

#### **6.3. Итоговый контроль освоения заданной дисциплинарной части компетенции**

- а) Зачет не предусмотрен.**

#### б) Экзамен.

Экзамен по дисциплине проводится устно по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса и одно практическое задание. Экзаменационные вопросы и задания входят в состав фонда оценочных средств дисциплины.

Фонд оценочных средств, включающий типовые задания, контрольные работы, тесты и методы оценки, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения, контрольные задания к экзамену, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входит в состав УМКД на правах отдельного документа.

#### 6.4. Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенции

Таблица 6.1. Виды контроля освоения элементов и частей компетенции

| Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)                                                                                                                                                                                                                                                                    | Вид контроля |    |    |    |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----|----|----|-------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ТТ           | РТ | КР | ИЗ | Зачёт |
| <b>Знает:</b><br>особенности применения стандартных математических методов оптимизации физико-механических и информационных систем и процессов.                                                                                                                                                                         | +            |    |    |    | +     |
| <b>Умеет:</b><br>обосновывать выбор и применять стандартные математические методы оптимизации физико-механических и информационных систем и процессов для решения прикладных и научных задач.                                                                                                                           |              |    | +  | +  |       |
| <b>Владеет:</b><br>- навыками применения стандартных математических методов оптимизации физико-механических и информационных систем и процессов при решении прикладных и научных задач;<br>- опытом применения стандартных математических методов оптимизации при моделировании физико-механических систем и процессов. |              |    |    | +  | +     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |    |    | +  | +     |

ТТ – текущее тестирование;

РТ – рубежное тестирование по модулю;

КР – рубежная контрольная работа по модулю;

ИЗ – индивидуальные задания).

## 7. График учебного процесса по дисциплине

Таблица 7.1. График учебного процесса по дисциплине

| Виды работ                                | 6 семестр. Распределение часов по учебным неделям. |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    | Итого |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|-------|
|                                           | 2<br>4                                             | 2<br>5 | 2<br>6 | 2<br>7 | 2<br>8 | 2<br>9 | 3<br>0 | 3<br>1 | 3<br>2 | 3<br>3 | 3<br>4 | 3<br>5 | 3<br>6 | 3<br>7 | 3<br>8 | 3<br>9 | 4<br>0 | 41 |       |
| Разделы                                   | Р1                                                 |        |        |        |        |        |        |        |        | Р2     |        |        |        |        |        |        |        |    |       |
| Лекции                                    | 2                                                  | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 1      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 1      | 2  | 34    |
| Практ.<br>занятия                         | 2                                                  | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 4      | 4      | 4      | 4      | 4      | 4      | 4      | 4      | 4  | 54    |
| КСР                                       |                                                    |        |        |        |        |        |        |        | 1      |        |        |        |        |        |        |        |        | 1  | 2     |
| Подготовка<br>к<br>аудиторным<br>занятиям |                                                    | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 4      | 4      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 4      | 4  | 44    |
| Изучение<br>теоретическо<br>го материала  |                                                    | 1      | 1      | 1      | 1      | 2      | 1      | 2      | 2      | 1      | 1      | 2      | 2      | 2      | 2      | 1      | 2      | 2  | 26    |
| Индивидуал<br>ь-ные<br>задания            |                                                    |        |        |        |        | 2      | 2      |        |        | 2      | 3      |        | 2      | 3      |        | 3      | 3      |    | 20    |
| Модули                                    | М1                                                 |        |        |        |        |        |        |        |        | М2     |        |        |        |        |        |        |        |    |       |
| Контр.<br>тестирование                    |                                                    |        |        |        |        |        |        |        | +      |        |        |        |        |        |        |        |        | +  |       |
| Дисциплин.<br>контроль                    |                                                    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    | Экз.  |

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

|                                                                                      |                                                                                                                                     |                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ПСК-1.Б3.Б8 - Методы оптимизации</b><br><br>(индекс и полное название дисциплины) | <b>Профессиональный цикл</b><br>(цикл дисциплины)                                                                                   |                                                                                                                             |
|                                                                                      | <input checked="" type="checkbox"/> базовая часть цикла<br><input type="checkbox"/> вариативная часть цикла                         | <input checked="" type="checkbox"/> обязательная по выбору студента<br><input type="checkbox"/>                             |
| <b>010400.62</b><br>(код направления подготовки / специальности)                     | <b>Прикладная математика и информатика/Математическое моделирование</b><br>(полное название направления подготовки / специальности) |                                                                                                                             |
| <b>ПМИ/ММ</b><br>(аббревиатура направления / специальности)                          | Уровень подготовки:                                                                                                                 | Форма обучения:                                                                                                             |
|                                                                                      | <input type="checkbox"/> специалист<br><input checked="" type="checkbox"/> бакалавр<br><input type="checkbox"/> магистр             | <input checked="" type="checkbox"/> очная<br><input type="checkbox"/> заочная<br>:<br><input type="checkbox"/> очно-заочная |
| <b>2011</b><br>(год утверждения учебного плана ООП)                                  | Семестр: <u>6</u>                                                                                                                   | Количество групп: <u>1</u><br>Количество студентов: <u>25</u>                                                               |
| <b>Столбов Валерий Юрьевич</b><br>(фамилия, инициалы преподавателя)                  |                                                                                                                                     | <b>профессор</b><br>(должность)                                                                                             |
| <b>ФПММ</b><br>(факультет)                                                           |                                                                                                                                     |                                                                                                                             |
| <b>Математическое моделирование систем и процессов</b><br>(кафедра)                  |                                                                                                                                     | <b>239-12-97</b><br>(контактная информация)                                                                                 |

### Список изданий

| №                                         | Библиографическое описание<br>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство,<br>год издания, количество страниц)                                                                                                                  | Количество<br>экземпляров<br>в<br>библиотеке |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1                                         | 2                                                                                                                                                                                                                                      | 3                                            |
| <b>1 Основная литература</b>              |                                                                                                                                                                                                                                        |                                              |
| 1                                         | Алексеев В.М., Тихомиров В.М., Фомин С.В. Оптимальное управление. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 407 с/                                                                                                                                      | 25                                           |
| 2                                         | Аттетков А.В., Зарубин В.С. Введение в методы оптимизации: Учеб. для вузов /Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко.— М. : Изд-во Финансы и статистика, 2008.- 269 с.                                                                    | 15                                           |
| 3                                         | Лесин В.В., Лисовец Ю.П. Основы методов оптимизации. – С.П.: Лань, 2011. – 341с.                                                                                                                                                       | 17                                           |
| 4                                         | Алексеев В.М., Галеев Э.М., Тихомиров В.М. Сборник задач по оптимизации. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. литературы, 2007. - 255с.                                                                                                     | 50                                           |
| <b>2 Дополнительная литература</b>        |                                                                                                                                                                                                                                        |                                              |
| <b>2.1 Учебные и научные издания</b>      |                                                                                                                                                                                                                                        |                                              |
| 1                                         | Лутманов С.В. Курс лекций по методам оптимизации. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотичная динамика», 2001.- 363с.                                                                                                                        | 37                                           |
| 2                                         | Замков О.О., Толстомятенко А.В., Черемных Ю.Н. Математические методы в экономике: Учебник.- М.: Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, 2004.- 365с.                                                                                           | 6                                            |
| 3                                         | Введение в математическое моделирование: Учебное пособие / В.Н.Ашихмин, М.Б.Гитман, И.Э.Келлер, О.Б.Наймарк, В.Ю.Столбов, П.В.Трусов, П.Г.Фрик. Под ред. П.В.Трусова. - М.:«Логос», 2007.- 440 с.                                      | 50                                           |
| 4                                         | Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач: учебное пособие для вузов.— 3-е изд. — М: Наука. Гл. ред. физ.-мат. литературы, 1988.— 549 с.                                                                              | 3                                            |
| 5                                         | Ашманов С.А., Тимохов А.В. Теория оптимизации в задачах и упражнениях. – М.: Наука., 2012. - 448 с.                                                                                                                                    | 7                                            |
| <b>2.2 Периодические издания</b>          |                                                                                                                                                                                                                                        |                                              |
| 1                                         | Журналы «Проблемы управления», «Системы управления и информационные технологии», «Мехатроника. Автоматизация. Управление», «Прикладная математика и вопросы управления», журналы издательств Elsevier, Springer, доступные в e-library |                                              |
| <b>2.3 Нормативно-технические издания</b> |                                                                                                                                                                                                                                        |                                              |
|                                           |                                                                                                                                                                                                                                        |                                              |
| <b>2.4 Официальные издания</b>            |                                                                                                                                                                                                                                        |                                              |

**Основные данные об обеспеченности на 28 февраля 2014 г.**

(дата составления рабочей программы)

Основная литература ☒ обеспечена ☐ не обеспечена

Дополнительная литература ☒ обеспечена ☐ не обеспечена

Зав. отделом комплектования научной библиотеки  Н.В. Тюрикова

**Текущие данные об обеспеченности на** \_\_\_\_\_  
(дата составления рабочей программы)

Основная литература ☐ обеспечена ☐ не обеспечена

Дополнительная литература ☐ обеспечена ☐ не обеспечена

Зав. отделом комплектования научной библиотеки \_\_\_\_\_ Н.В. Тюрикова

## 8.2. Компьютерные обучающие и контролирующие программы

Не используются.

## 8.3 Аудио- и видео-пособия

Таблица 8.1 – Используемые аудио- и видео-пособия

| Вид аудио-, видео-пособия |            |        |               | Наименование учебного пособия                                                                                                                                                                    |
|---------------------------|------------|--------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Видео-посо-бие            | кино-фильм | Слайды | аудио-пособие |                                                                                                                                                                                                  |
| 1                         | 2          | 3      | 4             | 5                                                                                                                                                                                                |
| +                         |            |        |               | Введение в математическое моделирование: Учебное пособие / В.Н.Ашихмин, М.Б.Гитман, И.Э.Келлер, О.Б.Наймарк, В.Ю.Столбов, П.В.Трусов, П.Г.Фрик. Под ред. П.В.Трусова. - М.:«Логос», 2004.-440 с. |
|                           |            | +      |               | Презентация дисциплины                                                                                                                                                                           |

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

### 9.1. Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

| №<br>п.п. | Помещения                                                    |                             |                    | Площадь,<br>м <sup>2</sup> | Количество<br>посадочных<br>мест |
|-----------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------------|----------------------------------|
|           | Название                                                     | Принадлежность<br>(кафедра) | Номер<br>аудитории |                            |                                  |
| 1         | 2                                                            | 3                           | 4                  | 5                          | 6                                |
| 1         | Аудитории,<br>оборудованные<br>ноутбуком,<br>видеопроектором | ММСП                        | 316, 318<br>к.В    | 51×2                       | 40×2                             |

### 9.2 Основное учебное оборудование

Не требуется.

### Лист регистрации изменений

| №<br>п.п. | Содержание изменения | Дата,<br>номер<br>протокола<br>заседания<br>кафедры.<br>Подпись<br>заведующего<br>кафедрой |
|-----------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1         | 2                    | 3                                                                                          |
| 1         |                      |                                                                                            |
| 2         |                      |                                                                                            |
| 3         |                      |                                                                                            |
| 4         |                      |                                                                                            |



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

Факультет прикладной математики и механики  
Кафедра «Математическое моделирование систем и процессов»

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой Математическое  
моделирование систем и процессов  
д-р физ.-мат. наук, проф.

 П.В. Трусов  
Протокол заседания кафедры № 5  
«11» ноября 2016 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ  
«Методы оптимизации»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
(новая редакция)**

Программа академического бакалавриата

**Направление** 01.03.02. Прикладная математика и информатика

**Профиль программы бакалавриата** Математическое моделирование

**Квалификация выпускника:** Бакалавр  
Математическое моделирование систем  
**Выпускающая кафедра:** и процессов

**Форма обучения:** Очная

**Курс:** 3 **Семестр(-ы):** 6

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 6 ЗЕ  
Часов по рабочему учебному плану: 216 ч

**Виды контроля:** Экзамен - 6 семестр

**Пермь 2016**

Учебно-методический комплекс дисциплины «Методы оптимизации» разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «12» марта 2015 г. № 228 по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»;
- компетентностной модели выпускника ОПОП по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», утверждённых «24» июня 2013 г. (с изменениями в связи с переходом на ФГОС ВО);
- базового учебного плана очной формы обучения по направлению 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», программа бакалавриата «Математическое моделирование», утверждённой «28» апреля 2016 года.

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин: Математический анализ 1, Комплексный анализ, Функциональный анализ, Численные методы 1, Уравнения математической физики, Математический анализ 2, Исследование операций, Основы математического моделирования физико-механических процессов, участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик

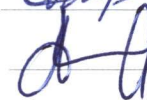
к. физ.-мат. наук



Е.С. Макаревич

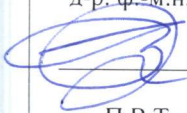
Рецензент

к. физ.-мат. наук



В.Н. Ашихмин

### Лист регистрации изменений

| №<br>п.п. | Содержание изменения                                                               | Дата,<br>номер протокола<br>заседания<br>кафедры.<br>Подпись<br>заведующего<br>кафедрой                                                                                                                         |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1         | 2                                                                                  | 3                                                                                                                                                                                                               |
| 1         | В связи с переходом на ФГОС ВО заменены листы<br>с 1 по <u>18</u> (новая редакция) | Протокол № 5<br>заседания кафедры<br>ММСП<br>от 11 ноября 2016 г.<br>Зав.каф. ММСП,<br>д-р. ф.-м.н., проф.<br><br>П.В.Трусов |
| 2         |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                 |
| 3         |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                 |
| 4         |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                 |

## 1. Общие положения

**1.1. Цель учебной дисциплины** – формирование знаний основ теории оптимизации, умений и навыков выбора оптимальных параметров при исследовании систем и процессов. Для этих целей предлагается использовать аппарат методов оптимизации.

В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает следующую компетенцию:

– способен к анализу и синтезу исследуемых систем и процессов (ПСК-1).

### 1.2. Задачи дисциплины:

- дать **знания** студентам в области теории оптимизации, научить их формулировать задачи оптимизации в различных областях их профессиональной деятельности;
- ознакомить студентов с современными методами решения задач оптимизации и сформировать их **умения** решать стандартные задачи оптимизации;
- сформировать **владения** студентов по определению оптимальных параметров систем и процессов с помощью методов теории оптимизации.

### 1.3. Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- основные понятия теории оптимизации;
- современные подходы к постановке и решению задач оптимизации.

### 1.4. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Методы оптимизации» относится к *базовой* части блока 1. "Дисциплины (модули)" и является *обязательной* при освоении ОПОП академического бакалавриата по направлению 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», профилю подготовки «Математическое моделирование».

После изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанной в пункте 1.1 компетенции и демонстрировать следующие результаты:

**знать:**

- современные методы оптимизации технических, социальных и экономических систем;
- теоретические основы выпуклого анализа, методов решения многокритериальных задач оптимизации и численных методов математического программирования.

**уметь:**

- выполнять постановку задачи оптимизации;
- проводить исследование задачи на существование решения;
- осуществлять выбор и обоснование выбора метода решения задачи;
- решать стандартные задачи оптимизации.

**владеть:**

- аналитическими и численными методами решения задач оптимизации;
- навыками решения стандартных задач оптимизации, в том числе с применением численных методов;
- навыками использования стандартных пакетов прикладных программ для реализации численных методов решения задач оптимизации.

При изложении дисциплины особое внимание уделяется вопросу выбора методов оптимизации при исследовании различных систем и процессов.

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

| Код                                             | Наименование компетенции                                    | Предшествующие дисциплины                                                                                                                                                                                                      | Последующие дисциплины (группы дисциплин)                                                                          |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Профильно-специализированные компетенции</i> |                                                             |                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                    |
| ПСК-1                                           | Способен к анализу и синтезу исследуемых систем и процессов | Б1.Б.07 Математический анализ 1<br><br>Б1.Б.08 Комплексный анализ<br><br>Б1.Б.09 Функциональный анализ<br><br>Б1.Б.19 Численные методы 1<br><br>Б1.Б.24 Уравнения математической физики<br><br>Б1.В.01 Математический анализ 2 | Б1.ДВ.03.1 Исследование операций<br><br>Б1.В.12 Основы математического моделирования физико-механических процессов |

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

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенции ПСК-1.

### 2.1. Дисциплинарная карта компетенции ПСК-1

|                          |                                                                                                                   |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Код ПСК-1</b>         | <b>Формулировка компетенции:</b><br>Способен к анализу и синтезу исследуемых систем и процессов                   |
| <b>Код Б1.Б.21 ПСК-1</b> | <b>Формулировка дисциплинарной части компетенции:</b><br>Способен к решению задач оптимизации систем и процессов. |

#### Требования к компонентному составу части компетенции

| Перечень компонентов                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Виды учебной работы                                                                                              | Средства оценки                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Знает:</b><br>современные методы оптимизации технических, социальных и экономических систем;<br>теоретические основы выпуклого анализа, методов решения многокритериальных задач оптимизации и численных методов математического программирования.                                                            | Лекции.<br>Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.                                | Теоретические вопросы текущего контроля и промежуточной аттестации в форме экзамена.      |
| <b>Умеет:</b><br>выполнять постановку задачи оптимизации;<br>проводить исследование задачи на существование решения;<br>осуществлять выбор и обоснование выбора метода решения задачи;<br>решать стандартные задачи оптимизации.                                                                                 | Практические занятия.<br>Самостоятельная работа по решению практических заданий.                                 | Задания на практические занятия и самостоятельную работу, практические задания к экзамену |
| <b>Владеет:</b><br>аналитическими и численными методами решения задач оптимизации;<br>навыками решения стандартных задач оптимизации, в том числе с применением численных методов;<br>навыками использования стандартных пакетов прикладных программ для реализации численных методов решения задач оптимизации. | Самостоятельная работа по выполнению индивидуальных заданий.<br>Самостоятельная работа по подготовке к экзамену. | Индивидуальные комплексные задания. Практические задания к экзамену.                      |

### 3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 6 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объем и виды учебной работы

| №<br>п.п. | Виды учебной работы                                                                              | Трудоёмкость, ч |            |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------|
|           |                                                                                                  | семестр 6       | всего      |
| 1         | 2                                                                                                | 3               | 3          |
| 1         | <b>Аудиторная (контактная работа)</b>                                                            | <b>90</b>       | <b>90</b>  |
|           | -в том числе в интерактивной форме                                                               | 22              | 22         |
|           | - лекции (Л)                                                                                     | <b>34</b>       | <b>34</b>  |
|           | -в том числе в интерактивной форме                                                               | 8               | 8          |
|           | - практические занятия (ПЗ)                                                                      | <b>54</b>       | <b>54</b>  |
|           | -в том числе в интерактивной форме                                                               | 14              | 14         |
|           | - лабораторные работы (ЛР)                                                                       | -               | -          |
|           | -в том числе в интерактивной форме                                                               | -               | -          |
| 2         | <b>Контроль самостоятельной работы (КСР)</b>                                                     | <b>2</b>        | <b>2</b>   |
| 3         | <b>Самостоятельная работа студентов (СРС)</b>                                                    | <b>90</b>       | <b>90</b>  |
|           | - изучение теоретического материала (ИЗТ)                                                        | 26              | 26         |
|           | - подготовка к практическим аудиторным занятиям (ПАЗ)                                            | 44              | 44         |
|           | - выполнение индивидуальных заданий (ИЗ)                                                         | 20              | 20         |
| 4         | <b>Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине:</b><br><b>экзамен</b> | <b>36</b>       | <b>36</b>  |
| 5         | <b>Трудоёмкость дисциплины, всего:</b>                                                           |                 |            |
|           | <b>в часах (ч)</b>                                                                               | <b>216</b>      | <b>216</b> |
|           | <b>в зачётных единицах (ЗЕ)</b>                                                                  | <b>6</b>        | <b>6</b>   |

#### 4. Содержание учебной дисциплины

##### 4.1. Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплин

| Номер модуля             | Номер раздела дисциплины | Номер темы дисциплины | Количество часов и виды занятий<br>(очная форма обучения) |    |    |    |     |                   |                         | Трудоемк., ч./ЗЕ |   |
|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------|----|----|----|-----|-------------------|-------------------------|------------------|---|
|                          |                          |                       | Аудиторная работа                                         |    |    |    | КСР | Итоговый контроль | Самостоятельная работа  |                  |   |
|                          |                          |                       | Всего                                                     | Лк | ПЗ | ЛР |     |                   |                         |                  |   |
| 1                        | 2                        | 3                     | 4                                                         | 5  | 6  | 7  | 8   | 9                 | 10                      |                  |   |
| 1                        | 1                        | Введение              | 2                                                         | 2  |    |    |     |                   |                         |                  | 2 |
|                          |                          | 1                     | 8                                                         | 4  | 4  |    |     |                   | ИЗТ-4<br>ПАЗ-4          | 16               |   |
|                          |                          | 2                     | 14                                                        | 6  | 8  |    |     |                   | ИЗТ-6<br>ПАЗ-8          | 28               |   |
|                          |                          | 3                     | 12                                                        | 5  | 6  |    | 1   |                   | ИЗТ-4<br>ИЗ-4<br>ПАЗ-6  | 26               |   |
|                          | Итого по модулю          |                       | 36                                                        | 17 | 18 |    | 1   |                   | 36                      | 72/2             |   |
| 2                        | 2                        | 4                     | 14                                                        | 4  | 10 |    |     |                   | ИЗТ-4<br>ИЗ-4<br>ПАЗ-8  | 30               |   |
|                          |                          | 5                     | 18                                                        | 6  | 12 |    |     |                   | ИЗТ-4<br>ИЗ-4<br>ПАЗ-8  | 34               |   |
|                          |                          | 6                     | 21                                                        | 6  | 14 |    | 1   |                   | ИЗТ-4<br>ИЗ-8<br>ПАЗ-10 | 43               |   |
|                          |                          | Заключение            | 1                                                         | 1  |    |    |     |                   |                         | 1                |   |
|                          | Итого по модулю          |                       | 54                                                        | 17 | 36 |    | 1   |                   | 54                      | 108/3            |   |
| Промежуточная аттестация |                          |                       |                                                           |    |    |    |     | 36                |                         | 36/1             |   |
| ИТОГО                    |                          |                       | 90                                                        | 34 | 54 |    | 2   | 36                | 90                      | 216/6            |   |

ИЗ – Индивидуальные задания;

ПАЗ – подготовка к аудиторным занятиям;

ИЗТ – изучение теоретического материала;

КСР – контрольная работа.

## 4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

**Модуль 1.** Методы решения гладких задач оптимизации.

**Раздел 1.** Методы решения гладких задач оптимизации. Л – 17 ч, ПЗ – 18 ч, КСР – 1 ч, СРС – 36 ч. Кредитов – 2

**Введение.** Предмет теории оптимизации. История развития науки. Основные понятия и определения.

Л – 2 ч

**Тема 1.** Гладкие задачи минимизации функции многих переменных без ограничений. Теорема Вейерштрасса о существовании решения. Следствие. Теорема Ферма о необходимых условиях локального экстремума. Теорема о достаточных условиях локального экстремума. Матрица Гессе. Условия Сильвестра. Примеры решения задач оптимизации.

Л – 4 ч, ПЗ – 4 ч, КСР – 0 ч, СРС – 8 ч.

**Тема 2.** Гладкие задачи минимизации функции многих переменных с ограничениями типа равенств и неравенств. Правило множителей Лагранжа. Теорема о необходимых условиях локального экстремума в задаче с ограничениями типа неравенств. Условия дополняющей нежесткости. Примеры решения задач оптимизации.

Л – 6 ч, ПЗ – 8 ч, КСР – 0 ч, СРС – 14 ч.

**Тема 3.** Задачи многокритериальной оптимизации. Методы сведения к задачам однокритериальной оптимизации. Парето-оптимальные решения. Методы определения множества Парето. Примеры решения многокритериальных задач оптимизации.

Л – 5 ч, ПЗ – 6 ч, КСР – 1 ч, СРС – 14 ч.

**Модуль 2.** Численные методы решения задач оптимизации.

**Раздел 2.** Численные методы решения задач оптимизации. ЛК – 16 ч, ПЗ – 36 ч, КСР – 1 ч, СРС – 54 ч. Кредитов – 3

**Тема 4.** Численные методы решения задач минимизации функции одной переменной на заданном отрезке. Методы минимизации унимодальных функций (метод деления отрезка пополам, метод «золотого» сечения и метод Фибоначчи). Метод ломаных для минимизации липшицевых функций. Метод касательных и метод Ньютона для минимизации выпуклых функций на заданном отрезке. Условия сходимости методов. Примеры численного решения задач оптимизации.

Л – 4 ч, ПЗ – 10 ч, КСР – 0 ч, СРС – 16 ч.

**Тема 5.** Численные методы решения задач минимизации функции многих переменных без ограничений. Методы поиска (метод деформируемого многогранника и метод Хука-Дживса). Градиентные методы. Выбор оптимального шага. Метод наискорейшего спуска. Условия сходимости методов. Примеры численного решения задач оптимизации.

Л – 6 ч, ПЗ – 12 ч, КСР – 0 ч, СРС – 16 ч.

**Тема 6.** Численные методы решения задач минимизации функции многих переменных с ограничениями. Проекция точки на множество. Методы проекции градиента. Методы штрафных функций. Условия сходимости методов. Примеры численного решения задач оптимизации.

Л – 6 ч, ПЗ – 14 ч, КСР – 1 ч, СРС – 22 ч.

**Заключение** ЛК – 1 час. Приложения теории оптимизации.

**Экзамен** АЧ – 36 час. Кредитов – 1

#### 4.3. Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

| № п.п | Номер темы дисциплины | Наименование темы практического занятия                                                                                                |
|-------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | 1                     | Минимизация функций одной переменной без ограничений.                                                                                  |
| 2     |                       | Минимизация функций многих переменных без ограничений.                                                                                 |
| 3     | 2                     | Минимизация функций многих переменных с ограничениями типа равенств. Правило Лагранжа.                                                 |
| 4     |                       | Минимизация функций многих переменных с ограничениями типа неравенств.                                                                 |
| 5     |                       | Минимизация функций многих переменных с ограничениями типа равенств и неравенств.                                                      |
| 6     | 3                     | Построение обобщенных критериев оптимизации в виде сверток. Решение многокритериальных задач с помощью обобщенных критериев.           |
| 7     |                       | Построение обобщенных критериев оптимизации в пространстве критериев. Решение многокритериальных задач с помощью обобщенных критериев. |
| 8     |                       | Нахождение Парето-оптимальных решений для гладких задач оптимизации.                                                                   |
| 9     |                       | Применение численных методов построения Парето-множеств.                                                                               |
| 10    |                       | Контрольная работа 1                                                                                                                   |
| 11    | 4                     | Численные методы оптимизации функций одной переменной. Методы минимизации унимодальных                                                 |

|    |   |                                                                                                                            |
|----|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12 | 5 | функций (метод деления отрезка пополам, метод «золотого» сечения и метод Фибоначчи).                                       |
| 13 |   | Численные методы оптимизации функций одной переменной. Метод ломаных для минимизации липшицевых функций.                   |
| 14 |   | Численные методы оптимизации функций одной переменной. Метод касательных и метод Ньютона для минимизации выпуклых функций. |
| 15 |   | Численные методы оптимизации функций многих переменных без ограничений. Метод деформированного многогранника.              |
| 16 |   | Численные методы оптимизации функций многих переменных. Метод Хука-Дживса.                                                 |
| 17 | 6 | Численные методы оптимизации функций многих переменных без ограничений. Градиентные методы.                                |
| 18 |   | Численные методы оптимизации функций многих переменных. Метод наискорейшего спуска.                                        |
| 19 |   | Численные методы оптимизации функций многих переменных с ограничениями. Метод проекции градиента.                          |
| 20 |   | Численные методы оптимизации функций многих переменных с ограничениями. Методы штрафных функций.                           |
|    |   | Контрольная работа 2                                                                                                       |

#### 4.4. Перечень тем лабораторных работ

Не предусмотрены.

#### 4.5. Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 4.3 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

| Номер темы дисциплины | Вид самостоятельной работы студентов (СРС) | Трудоемкость, часов |
|-----------------------|--------------------------------------------|---------------------|
| 1                     | Изучение теоретического материала          | 4                   |
|                       | Подготовка к аудиторным занятиям           | 4                   |
| 2                     | Подготовка к аудиторным занятиям           | 8                   |
|                       | Изучение теоретического материала          | 6                   |
| 3                     | Подготовка к аудиторным занятиям           | 6                   |
|                       | Изучение теоретического материала          | 4                   |
|                       | Индивидуальные задания                     | 4                   |

|   |                                    |                   |
|---|------------------------------------|-------------------|
| 4 | Подготовка к аудиторным занятиям   | 8                 |
|   | Изучение теоретического материала  | 4                 |
|   | Индивидуальные задания             | 4                 |
| 5 | Подготовка к аудиторным занятиям   | 8                 |
|   | Изучение теоретического материала  | 4                 |
|   | Индивидуальные задания             | 4                 |
| 6 | Подготовка к аудиторным занятиям   | 10                |
|   | Изучение теоретического материала  | 4                 |
|   | Индивидуальные задания             | 8                 |
|   | <b>Итого:<br/>в часах<br/>в 3Е</b> | <b>90<br/>2.5</b> |

#### 4.5.1. Подготовка к аудиторным занятиям (ПАЗ)

Прочитать конспект предыдущей лекции и материал, заданный для самостоятельных занятий;

сконцентрировать своё внимание на теме, которую Вы проходите;

если что-то непонятно, сформулировать вопросы, чтобы задать их преподавателю;

обязательно делать домашние задания;

вовремя решать все практические задания, выданные на практических аудиторных занятиях;

читать, анализируя материал, формируйте своё собственное мнение;

если у Вас возникли какие-либо проблемы, связанные с учёбой, сразу же сказать об этом своему преподавателю;

использовать время перед началом лекции, чтобы собраться с мыслями и подготовиться к теме занятий;

периодически спрашивать себя, совпадают ли аудиторные занятия с Вашими понятиями о данном предмете. Если Ваши ожидания не удовлетворены, сходить на консультацию к Вашему преподавателю, и чем раньше - тем лучше.

#### 4.5.2. Изучение теоретического материала (ИЗТ)

Тематика вопросов:

Тема 1. Доказательство теорем Вейерштрасса и Ферма.

Тема 2. Доказательство теоремы о необходимых условиях локального минимума в гладкой задаче минимизации функции многих переменных с ограничениями типа неравенств.

Тема 3. Построение алгоритма последовательных уступок при решении задач многокритериальной оптимизации.

Тема 4. Доказательство теоремы об условиях сходимости метода ломаных и метода касательных.

Тема 5. Построение алгоритма минимизации функции многих переменных на всем евклидовом пространстве методом деформируемого многогранника (Нелдера-Мида). Доказательство теоремы об условиях сходимости градиентных методов.

Тема 6. Вывод формул для определения проекции точки на канонические множества в евклидовом пространстве (плоскость, шар, многогранник). Доказательство теоремы об условиях сходимости метода штрафных функций.

#### **4.5.3. Индивидуальные задания (ИЗ)**

1. Решение задачи многокритериальной оптимизации различными методами.
2. Выполнение расчетной работы по численным методам одномерной оптимизации.
3. Выполнение расчетной работы по численным методам минимизации функции многих переменных без ограничений различными методами.
4. Выполнение расчетной работы по численным методам минимизации функции многих переменных с ограничениями различными методами.

## **5. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины**

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится п.7.
5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

### **5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенции**

В преподавании дисциплины «Методы оптимизации» используются следующие образовательные технологии:

1. Проблемное изложение лекций
2. Информационные технологии (презентация лекций, подготовка к аудиторным занятиям с помощью электронного учебного пособия)
3. Рейтинговая система обучения и контроля уровня сформированности заявленной дисциплинарной части компетенции.
4. Формирование исследовательских навыков у студентов при выполнении расчетных работ с обязательным анализом полученных численных результатов.

## **6. Фонд оценочных средств дисциплины**

### **6.1. Текущий контроль освоения заданной дисциплинарной части компетенции**

Текущий контроль реализуется в виде коротких теоретических контрольных работ, проводимых перед лекциями, оценки успеваемости студента на лекционных и практических занятиях в рамках рейтинговой системы.

### **6.2. Рубежный и промежуточный контроль освоения заданной дисциплинарной части компетенции**

Рубежный контроль освоения заданной дисциплинарной части компетенции для данной дисциплины осуществляется в форме проведения двух контрольных работ после

изучения студентами учебных модулей.

### **6.3. Итоговый контроль освоения заданной дисциплинарной части компетенции**

#### **Экзамен.**

Экзамен по дисциплине проводится устно по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса и одно практическое задание. Экзаменационные вопросы и задания входят в состав фонда оценочных средств дисциплины.

Фонд оценочных средств, включающий типовые задания, вопросы контрольных работ, вопросы и практические задания к экзамену, а также методы оценки, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входят в состав РПД в виде приложения.

#### 6.4. Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенции

Таблица 6.1 – Виды контроля освоения компонентов и частей компетенций

| Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)                                                                                                                                                                                                                                           | Вид контроля            |    |          |                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----|----------|--------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Текущий и промежуточный |    | Рубежный | Промежуточная аттестация |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ПЗ                      | ЛР | РК       | Экзамен                  |
| <b>Усвоенные знания</b>                                                                                                                                                                                                                                                                           |                         |    |          |                          |
| <b>З.1</b> знает современные методы оптимизации технических, социальных и экономических систем; теоретические основы выпуклого анализа, методов решения многокритериальных задач оптимизации и численных методов математического программирования                                                 | ПЗ                      |    | РКР      | ТВ                       |
| <b>Освоенные умения</b>                                                                                                                                                                                                                                                                           |                         |    |          |                          |
| <b>У.1</b> умеет выполнять постановку задачи оптимизации; проводить исследование задачи на существование решения; осуществлять выбор и обоснование выбора метода решения задачи; решать стандартные задачи оптимизации                                                                            | ПЗ                      |    |          | ПЗ                       |
| <b>Приобретенные владения</b>                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |    |          |                          |
| <b>В.1</b> аналитическими и численными методами решения задач оптимизации; навыками решения стандартных задач оптимизации, в том числе с применением численных методов; навыками использования стандартных пакетов прикладных программ для реализации численных методов решения задач оптимизации |                         |    | ИКЗ      | КЗ                       |

РКР – рубежная контрольная работа;

ИКЗ – индивидуальное комплексное задание;

ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

## 7. График учебного процесса по дисциплине

Таблица 7.1 – График учебного процесса по дисциплине

[illegible]

## 8. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |                     |             |                         |   |              |  |                    |       |   |       |           |  |         |  |  |              |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|-------------|-------------------------|---|--------------|--|--------------------|-------|---|-------|-----------|--|---------|--|--|--------------|
| <b>Б1.Б.21 Методы оптимизации</b><br><br>(индекс и полное название дисциплины) | <b>БЛОК 1. Дисциплины (модули)</b><br>(цикл дисциплины)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |                     |             |                         |   |              |  |                    |       |   |       |           |  |         |  |  |              |
|                                                                                | <table style="display: inline-table; margin-right: 20px;"> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;">X</td><td>базовая часть цикла</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;"></td><td>вариативная часть цикла</td></tr> </table> <table style="display: inline-table;"> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;">X</td><td>обязательная</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;"></td><td>по выбору студента</td></tr> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | X            | базовая часть цикла |             | вариативная часть цикла | X | обязательная |  | по выбору студента |       |   |       |           |  |         |  |  |              |
| X                                                                              | базовая часть цикла                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |                     |             |                         |   |              |  |                    |       |   |       |           |  |         |  |  |              |
|                                                                                | вариативная часть цикла                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |                     |             |                         |   |              |  |                    |       |   |       |           |  |         |  |  |              |
| X                                                                              | обязательная                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |                     |             |                         |   |              |  |                    |       |   |       |           |  |         |  |  |              |
|                                                                                | по выбору студента                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |                     |             |                         |   |              |  |                    |       |   |       |           |  |         |  |  |              |
| <b>01.03.02</b><br>(код направления подготовки / специальности)                | <b>Прикладная математика и информатика/<br/>Математическое моделирование</b><br>(полное название направления подготовки / специальности)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |                     |             |                         |   |              |  |                    |       |   |       |           |  |         |  |  |              |
| <b>ПМИ/ММ</b><br>(аббревиатура направления / специальности)                    | <table style="display: inline-table; margin-right: 20px;"> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;">Уровень</td><td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;">специалист</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;">подготовки:</td><td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;">х</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;">бакалавр</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;">магистр</td></tr> </table> <table style="display: inline-table;"> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;">Форма</td><td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;">х</td><td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;">очная</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;">обучения:</td><td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;">заочная</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;">очно-заочная</td></tr> </table> | Уровень      | специалист          | подготовки: | х                       |   | бакалавр     |  | магистр            | Форма | х | очная | обучения: |  | заочная |  |  | очно-заочная |
| Уровень                                                                        | специалист                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              |                     |             |                         |   |              |  |                    |       |   |       |           |  |         |  |  |              |
| подготовки:                                                                    | х                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |                     |             |                         |   |              |  |                    |       |   |       |           |  |         |  |  |              |
|                                                                                | бакалавр                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |                     |             |                         |   |              |  |                    |       |   |       |           |  |         |  |  |              |
|                                                                                | магистр                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |                     |             |                         |   |              |  |                    |       |   |       |           |  |         |  |  |              |
| Форма                                                                          | х                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | очная        |                     |             |                         |   |              |  |                    |       |   |       |           |  |         |  |  |              |
| обучения:                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | заочная      |                     |             |                         |   |              |  |                    |       |   |       |           |  |         |  |  |              |
|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | очно-заочная |                     |             |                         |   |              |  |                    |       |   |       |           |  |         |  |  |              |
| <b>2016</b><br>(год утверждения учебного плана ОПОП)                           | Семестр: <u>6</u> Количество групп: <u>1</u><br>Количество студентов: <u>25</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |                     |             |                         |   |              |  |                    |       |   |       |           |  |         |  |  |              |

Макаревич Елена Сергеевна  
(фамилия, имя, отчество преподавателя)

Факультет прикладной математики и механики  
(факультет)

Математическое моделирование систем и процессов  
(кафедра)

доцент  
(должность)

(342) 239-12-97  
(контактная информация)

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

| №                                    | Библиографическое описание<br>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство,<br>год издания, количество страниц)                                                                                     | Количество<br>экземпляров в<br>библиотеке+кафедре;<br>местонахождение<br>электронных изданий |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                    | 2                                                                                                                                                                                                         | 3                                                                                            |
| <b>1 Основная литература</b>         |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                              |
| 1                                    | Алексеев В.М., Тихомиров В.М., Фомин С.В. <i>Оптимальное управление</i> . – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. — 384с.                                                                                                  | 25                                                                                           |
| 2                                    | Аттетков А. В. <i>Методы оптимизации : учебник для вузов / А. В. Аттетков, С. В. Галкин, В. С. Зарубин</i> . - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003.. — 439 с.                                     | 71                                                                                           |
| 3                                    | Аттетков А.В., Зарубин В.С., Канатников А.Н. <i>Введение в методы оптимизации</i> . — М.: Изд-во "Фининсы и статистика", 2008. — 269 с.                                                                   | 15                                                                                           |
| 4                                    | Лесин В.В., Лисовец Ю.П. <i>Основы методов оптимизации</i> . – С.П.: Лань, 2011. – 341с.                                                                                                                  | 17                                                                                           |
| 5                                    | Алексеев В.М., Галеев Э.М., Тихомиров В.М. <i>Сборник задач по оптимизации</i> . – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. литературы, 2007. — 255с.                                                                | 50                                                                                           |
| <b>2 Дополнительная литература</b>   |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                              |
| <b>2.1 Учебные и научные издания</b> |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                              |
| 1                                    | Лутманов С.В. <i>Курс лекций по методам оптимизации</i> . – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотичная динамика», 2001.- 363с.                                                                                   | 37                                                                                           |
| 2                                    | Замков О.О., Толстомятенко А.В., Черемных Ю.Н. <i>Математические методы в экономике: Учебник</i> . - М.: Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, 1997.- 365с.                                                     | 4                                                                                            |
| 3                                    | <i>Введение в математическое моделирование: Учебное пособие / В.Н.Ашихмин, М.Б.Гитман, И.Э.Келлер, О.Б.Наймарк, В.Ю.Столбов, П.В.Трусов, П.Г.Фрик. Под ред. П.В.Трусова</i> . - М.:«Логос», 2004.- 439 с. | 81                                                                                           |
| 4                                    | Васильев Ф.П. <i>Численные методы решения экстремальных задач: Учеб. пособие для ВУЗов</i> . – 2-е изд. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. литературы, 1988. — 549с.                                         | 6                                                                                            |
| 5                                    | Ашманов С.А., Тимохов А.В. <i>Теория оптимизации в задачах и упражнениях</i> . – М.: Наука., 1991,2012. - 447с.                                                                                           | 18                                                                                           |

| №                                | Библиографическое описание<br>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство,<br>год издания, количество страниц)                                                                                                                                                                                                                     | Количество<br>экземпляров в<br>библиотеке+кафедре;<br>местонахождение<br>электронных изданий |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 3                                                                                            |
| <b>2.2 Периодические издания</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                              |
| 1                                | <i>Вестник ПНИПУ. Механика : журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. А. А. Ташикина. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, с 2012 г.<br/><a href="http://vestnik.pstu.ru/mechanics/about/inf/">http://vestnik.pstu.ru/mechanics/about/inf/</a></i>                                                       |                                                                                              |
| 2                                | <i>Прикладная математика и вопросы управления/ Applied Mathematics and Control Sciences: журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. В.Ю.Столбова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, с 2010 г.<br/><a href="http://vestnik.pstu.ru/matmech/about/inf/">http://vestnik.pstu.ru/matmech/about/inf/</a></i> |                                                                                              |
| 3                                | <i>Вычислительная механика сплошных сред : журнал / Российская академия наук, Уральское отделение; Институт механики сплошных сред. - Пермь: ИМСС УрО РАН, с 2008 г.<br/><a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser96485">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser96485</a></i>                                              |                                                                                              |
| 4                                | <i>Проблемы управления / Control Sciences : научно-технический журнал. - Москва: СенСидат-Контроль, с 2002 г.<br/><a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser146437">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser146437</a></i>                                                                                                   |                                                                                              |
| 5                                | <i>Мехатроника, автоматизация, управление : теоретический и прикладной научно-технический журнал. - Москва: Новые технологии, Мехатроника, автоматизация, управление, с 1998 г.<br/><a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser144663">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser144663</a></i>                                 |                                                                                              |
| 6                                | <i>Математическое моделирование : журнал. - Москва: Наука, с 1989 г.<br/><a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser145033">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser145033</a></i>                                                                                                                                            |                                                                                              |
| 7                                | <i>Успехи математических наук : журнал. - Москва: Наука, с 1936 г.<br/><a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser145355">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser145355</a></i>                                                                                                                                              |                                                                                              |
| 8                                | <i>Известия Российской академии наук. Серия математическая : научный журнал. - Москва: Наука, с 1937 г.<br/><a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser145210">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser145210</a></i>                                                                                                         |                                                                                              |
| 9                                | <i>Журнал вычислительной математики и математической физики. - Москва: Наука, с 1961 г.<br/><a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser144951">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser144951</a></i>                                                                                                                         |                                                                                              |
| 10                               | <i>Прикладная механика и техническая физика : журнал. - Новосибирск: СО РАН, с 1960 г.<br/><a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser145580">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser145580</a></i>                                                                                                                          |                                                                                              |
| 11                               | <i>Известия Российской академии наук. Механика твердого тела : научный журнал. - Москва: Наука, с 1966 г.</i>                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                              |

| №                                                                                                                    | Библиографическое описание<br>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство,<br>год издания, количество страниц)                                                                                                                                                                                                                                              | Количество<br>экземпляров в<br>библиотеке+кафедре;<br>местонахождение<br>электронных изданий |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                    | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3                                                                                            |
|                                                                                                                      | <a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser145433">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser145433</a>                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                              |
| 12                                                                                                                   | Журналы издательств Elsevier, Springer и др., доступные в e-library<br><a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>                                                                                                                                                                                                                                         | Научная электронная библиотека (НЭБ)                                                         |
| <b>2.3 Нормативно-технические издания</b>                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                              |
| Не требуются                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                              |
| <b>2.4 Официальные издания</b>                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                              |
| Не требуются                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                              |
| <b>2.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                              |
| 1                                                                                                                    | Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь, 2014- . – Режим доступа: <a href="http://elib.pstu.ru/">http://elib.pstu.ru/</a> . – Загл. с экрана. |                                                                                              |
| 2                                                                                                                    | Лань [Электронный ресурс : электрон.-библ. система : полнотекстовая база данных электрон. документов по гуманитар., естеств., и техн. наукам] / Изд-во «Лань». – Санкт-Петербург : Лань, 2010- . – Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a> . – Загл. с экрана.                                                                    |                                                                                              |

**Основные данные об обеспеченности на «09» ноября 2016 г.**

(дата составления рабочей программы)

Основная литература ☒ Обеспечена ☐ не обеспечена

Дополнительная литература ☒ обеспечена ☐ не обеспечена

Зав. отделом комплектования  
научной библиотеки



Н.В. Тюрикова

**Данные об обеспеченности на**

(дата контроля литературы)

Основная литература ☐ обеспечена ☐ не обеспечена

Дополнительная литература ☐ обеспечена ☐ не обеспечена

Зав. отделом комплектования  
научной библиотеки

\_\_\_\_\_

Н.В. Тюрикова

### 8.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

#### 8.3.1. Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы

Таблица 8.1 – Программы, используемые для обучения и контроля

| № п.п. | Вид учебного занятия                 | Наименование программного продукта                   | Рег. номер*                                       | Назначение                                                                            |
|--------|--------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Самостоятельная работа               | Office Professional 2013                             | 62445253                                          | Пакет прикладных программы для работы с различными документами                        |
| 2      | Практическое, самостоятельная работа | Delphi 2007 for Win32 Enterprise                     | PO-398ESD                                         | Среда разработки на языке Delphi                                                      |
| 3      | Практическое, самостоятельная работа | C++ Builder 2007 Enterprise                          | PO-398ESD                                         | Среда разработки на языке C++                                                         |
| 4      | Практическое, самостоятельная работа | Microsoft Visual Studio Community 2015               | свободно распространяемое программное обеспечение | Разработка программного обеспечения                                                   |
| 5      | Самостоятельная работа               | Mathcad 14 University Classroom                      | SE14RYMMEV00 02-FLEX                              | Пакет прикладных программ для выполнения математических и научно-технических расчетов |
| 6      | Самостоятельная работа               | MATLAB 7.9 Classroom                                 | 568405                                            | Пакет прикладных программ для выполнения математических и научно-технических расчетов |
| 7      | Самостоятельная работа               | Mathematica Professional Version Class A Educational | сет *L3263-7820*                                  | Программное средство для выполнения математических и технических расчетов             |
| 8      | Практическое, самостоятельная работа | Windows 10                                           | 66232645                                          | Операционная система                                                                  |
| 9      | Практическое, самостоятельная работа | Windows Server 2012 R2                               | 61229141                                          | Операционная система                                                                  |

#### 8.4. Аудио- и видео-пособия

Таблица 8.2 – Используемые аудио- и видео-пособия

| Вид аудио-, видео-пособия |                |        |                   | Наименование учебного пособия                              |
|---------------------------|----------------|--------|-------------------|------------------------------------------------------------|
| Видео-<br>посо-<br>бие    | кино-<br>фильм | Слайды | аудио-<br>пособие |                                                            |
| 1                         | 2              | 3      | 4                 | 5                                                          |
|                           |                | +      |                   | "Методы оптимизации"<br>Power Point презентация дисциплины |

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

#### 9.1. Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

| №<br>п.п. | Помещения                                                    |                             |                    | Площадь,<br>м <sup>2</sup> | Количество<br>посадочных<br>мест |
|-----------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------------|----------------------------------|
|           | Название                                                     | Принадлежность<br>(кафедра) | Номер<br>аудитории |                            |                                  |
| 1         | 2                                                            | 3                           | 4                  | 5                          | 6                                |
| 1         | Аудитории,<br>оборудованные<br>ноутбуком,<br>видеопроектором | Кафедра ММСП                | 316, 318<br>к.В    | 51×2                       | 40×2                             |
| 2         | Компьютерный<br>класс                                        | Кафедра ММСП                | 317                | 70                         | 10                               |

#### 9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

| №<br>п.п. | Наименование и марка<br>оборудования (стенда,<br>макета, плаката) | Кол-во,<br>ед. | Форма приобретения / владения<br>(собственность, оперативное<br>управление, аренда и т.п.) | Номер<br>аудитории |
|-----------|-------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1         | 2                                                                 | 3              | 4                                                                                          | 5                  |
| 1         | Персональные<br>компьютеры<br>(локальная<br>компьютерная сеть)    | 10             | Оперативное управление                                                                     | 317                |

## Лист регистрации изменений

| №<br>п.п. | Содержание изменения | Дата,<br>номер<br>протокола<br>заседания<br>кафедры.<br>Подпись<br>заведующего<br>кафедрой |
|-----------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1         | 2                    | 3                                                                                          |
| 1         |                      |                                                                                            |
| 2         |                      |                                                                                            |
| 3         |                      |                                                                                            |
| 4         |                      |                                                                                            |