

Министерство образования и науки Российской Федерации  
 федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
 «Казанский национальный исследовательский технический университет  
 им. А.Н. Туполева-КАИ»  
 (КНИТУ-КАИ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по НиИД

Михайлов С.А.

июня 2015

м.п.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

*Б1.В.ОД.4 Численные методы оптимизации*

Направление подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника

Профиль (направленность) 05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Квалификация выпускника Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения Очная

Выпускающая кафедра Автоматики и управления

Кафедра-разработчик рабочей программы Автоматики и управления

Год обучения	Трудоемкость час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма контроля (экз., час./зачет)
3	108	54			54	зачет
<b>Итого</b>	108	54			54	<b>зачет</b>

Программа разработана в соответствии с требованиями Федерального закона от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», ФГОС ВО Уровень высшего образования подготовка кадров высшей квалификации, направление подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, (утвержден приказом Минобрнауки России №892 от 30.07.2014 г.) (в ред. приказа Минобрнауки России от 30.04.2015 N 464); Положением «О порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (КНИТУ-КАИ) и учебного плана направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, направленность 05.13.18 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Составитель рабочей программы:

Ст. преподаватель, к.ф.-м.н.

(должность, ученое звание, степень)

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

Лазарева П.А.

(ФИО)

01.06.2015

(дата)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры:


Автоматики и управления

(наименование кафедры-разработчика)

Протокол №10 от 01.06.2015

(дата и номер протокола)

зав. кафедрой-разработчиком АиУ

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

Дегтярев Г.Л.

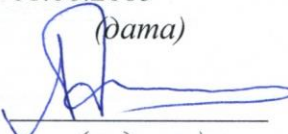
(ФИО)

01.06.2015

(дата)

Директор Института АиЭП

(на котором осуществляется обучение)

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

Ференец А.В.


(ФИО)

01.06.2015

(дата)

СОГЛАСОВАНО:

Зав. выпускающей кафедрой

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

Дегтярев Г.Л.

(ФИО)

01.06.2015

(дата)

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Требования к результатам освоения дисциплины .....	4
2. Место дисциплины в структуре ОПОП .....	6
3. Структура и содержание дисциплины .....	6
3.1. Структура дисциплины .....	6
3.2. Содержание дисциплины .....	7
4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	10
5. Образовательные технологии .....	10
6. Формы контроля освоения дисциплины .....	12
6.1. Перечень оценочных средств для текущего контроля освоения дисциплины .....	12
6.2. Состав фонда оценочных средств для проведения контроля аспирантов по дисциплине ....	13
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	13
7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы .....	13
7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет".....	14
7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	14
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	14
9. Кадровое обеспечение дисциплины.....	15
10. Лист регистрации изменений, вносимых в рабочую программу учебной дисциплины .....	16
11. Лист утверждения рабочей программы дисциплины на учебный год .....	17
Приложение 1. Аннотация рабочей программы .....	18
Приложение 2. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся .....	19
Приложение 3. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	22
Приложение 4. Фонд оценочных средств, перечень заданий для проведения контроля освоения, а также методические указания для проведения контроля освоения .....	23

## 1. Требования к результатам освоения дисциплины

(Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине определяется требованиями к результатам освоения ОПОП.)

Таблица 1.

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции), достижение которых обеспечивает дисциплина		Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Коды компетенции	Содержание компетенций	Знать: Уметь: Владеть:
ОПК-4	Способность профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций, информационно-аналитических материалов и презентаций	Знать: • требования и правила оформления отчетов и презентаций.  Уметь: • грамотно представлять результаты исследований.  Владеть: • современными компьютерными средствами для представления результатов исследования.
ОПК-5	Владение научно-предметной областью знаний	Знать: • классификацию численных методов оптимизации, • понятие сходимости методов минимизации, скорости сходимости, • необходимые и достаточные условия экстремума, • основные численные методы безусловной и условной минимизации, • задачи линейного программирования, • симплекс-метод решения задачи линейного программирования, • методы последовательного квадратичного программирования, • современные программные средства решения задач оптимизации.  Уметь: • самостоятельно изучать учебную и научную литературу по теме дисциплины; • корректно формулировать постановку задач статической оптимизации, выбирать численные методы решения и применять их; • применять современные компьютерные технологии и программные средства для решения задач статической оптимизации;

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• анализировать результаты решения поставленных задач оптимизации.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• поиском и анализом современной научно-технической информации по численным методам оптимизации;</li> <li>• математическим аппаратом, численными методами оптимизации;</li> <li>• современными компьютерными средами, реализующими численные методы.</li> </ul>
ОПК-6	Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методики преподавательской деятельности по образовательным программам высшего образования;</li> <li>• способы представления и методы передачи информации для различных контингентов слушателей.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• осуществлять отбор материала, характеризующего достижения науки с учетом специфики направления подготовки;</li> <li>• проявлять инициативу и самостоятельность в разнообразной деятельности;</li> <li>• использовать оптимальные методы преподавания.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами и технологиями межличностной коммуникации;</li> <li>• навыками публичной речи, аргументацией, ведения дискуссии.</li> </ul>
ПК-1	Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) 05.13.18. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• классические и современные методы оптимизации.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• решать многопараметрические и многокритериальные задачи оптимизации алгоритмов, процессов и устройств, используя глубокие знания в области современных вычислительных методов.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• современными методами, алгоритмами и программными средствами для решения оптимизационных задач.</li> </ul>

ПК-2	Владение методологией исследования теоретических и прикладных проблем, методов и технических средств технических и управляющих систем, их математического, алгоритмического и программного обеспечения, создания и совершенствования сложных технических и управляющих систем, комплексов их контроля и испытания	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методологические и вычислительные основы построения оптимизационных моделей технических систем, современные технологии разработки программного обеспечения.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• обоснованно выбирать и использовать методы оптимизации;</li> <li>• разрабатывать, обосновывать и тестировать эффективные методы оптимизации и применением современных компьютерных технологий;</li> <li>• решать практические прикладные задачи с использованием соответствующих методов оптимизации.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методологией исследования задач оптимизации,</li> <li>• применения численных методов оптимизации,</li> <li>• современными программными средствами, реализующими численные методы.</li> </ul>
------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Численные методы оптимизации относится к *вариативной* части блока 1 учебного плана. Является обязательной дисциплиной.

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетных единицы (ЗЕТ), 108 академических часов.

Таблица 2.

Объем дисциплины по видам учебных занятий

Вид учебной работы	Общая трудоемкость		Семестр: 5	
	в час	в ЗЕ	в час	в ЗЕ
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>108</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>3</b>
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>54</b>	<b>1,5</b>	<b>54</b>	<b>1,5</b>
Лекции	<b>54</b>	<b>1,5</b>	<b>54</b>	<b>1,5</b>
Практические (ПЗ)				
Лабораторные работы (ЛР)				

<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>54</b>	<b>1,5</b>	<b>54</b>	<b>1,5</b>
В том числе:				
Проработка учебного материала	<b>36</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>	<b>1,0</b>
Подготовка доклада и презентации	<b>18</b>	<b>0,5</b>	<b>18</b>	<b>0,5</b>
Вид аттестации			Зачет	

### Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

Таблица 3.

№ модуля образовательной программы	№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов
	1	Математическая постановка задач оптимизации	8			8	16
	2	Одномерная оптимизация	2			2	4
	3	Многомерная оптимизация	4			4	8
	4	Методы безусловной оптимизации с использованием производных	8			8	16
	5	Методы условной оптимизации	10			10	20
	6	Методы случайного поиска	4			4	8
	7	Линейное программирование	4			4	8
	8	Симплекс метод решения задач линейного программирования	6			6	12
	9	Последовательное квадратичное программирование	4			4	8
	10	Программные средства решения задач оптимизации	4			4	8
<b>ИТОГО:</b>			<b>54</b>			<b>54</b>	<b>108</b>

### 3.2. Содержание дисциплины

#### Лекционный курс

Таблица 4.

№ лекции	Номер раздела	Тема лекции и перечень дидактических единиц*	Трудоемкость, часов
	<b>1</b>	<b>Математическая постановка задач оптимизации.</b>	
1		Математическая постановка задач оптимизации. Виды ограничений.	2
2		Классификация задач оптимизации. Критерии оптимальности. Сходимость методов оптимизации.	2
3		Необходимые и достаточные условия экстремума в задачах без ограничений.	2

4		Необходимые и достаточные условия оптимальности в задачах с ограничениями. Метод множителей Лагранжа. Условия Куна-Таккера.	2
	<b>2</b>	<b>Одномерная оптимизация</b>	
5		Метод перебора по равномерной сетке. Метод половинного деления (дихотомия). Метод золотого сечения.	2
	<b>3</b>	<b>Многомерная оптимизация</b>	
6		Метод покоординатного спуска. Метод прямого поиска. Метод деформируемого многогранника.	2
7		Метод вращающихся координат. Метод параллельных касательных. Метод оврагов.	2
	<b>4</b>	<b>Методы безусловной оптимизации с использованием производных.</b>	
8		Метод наискорейшего спуска. Метод покоординатного спуска.	2
9		Метод сопряженных градиентов. Алгоритм Левенберга-Марквардта.	2
10		Метод Ньютона и его вариации.	2
11		Квазиньютоновские методы.	2
	<b>5</b>	<b>Методы условной оптимизации.</b>	
12		Задачи нелинейного программирования.	2
13		Методы прямого учета ограничений: метод возможных направлений, методы активного множества.	2
14		Методы прямого учета ограничений: метод проекций градиента, метод приведенного градиента.	2
15		Методы штрафных и барьерных функций.	2
16		Метод модифицированной функции Лагранжа. Теория возмущений.	2
	<b>6</b>	<b>Методы случайного поиска.</b>	
17		Метод с возвратом при неудачном шаге. Метод парной пробы. Метод наилучшей пробы. Метод комплексов.	2
18		Метод статистического градиента. Алгоритм наилучшей пробы с направляющим гиперквадратом. Алгоритмы глобального поиска.	2
	<b>7</b>	<b>Линейное программирование</b>	
19		Основная задача линейного программирования	2
20		Геометрическое толкование задач линейного программирования.	2
	<b>8</b>	<b>Симплекс метод решения задач линейного программирования</b>	
21		Алгоритм симплекс-метода	2
22		Двойственность в задачах линейного программирования	2
23		Методы решения транспортной задачи	2
	<b>9</b>	<b>Последовательное квадратичное программирование</b>	
24		Методы последовательного квадратичного программирования для задач с ограничениями в виде равенств и ограничениями общего вида.	2
25		Сходимость методов последовательного квадратичного программирования. Аппроксимации Гессеана.	2
	<b>10</b>	<b>Программные средства решения задач оптимизации</b>	
26		Обзор программных средств оптимизации. Функциональные возможности MS Excel, MathCad для решения задач	2



		оптимизации.	
27		Решение задач оптимизации в MATLAB. Специализированные программы численной оптимизации.	2
Итого:			54

### Практические занятия

Таблица 5.

№ занятия	Номер раздела	Наименование практического занятия и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
		Не предусмотрены	
<b>ИТОГО:</b>			

### Лабораторные работы

Таблица 6.

№ занятия	Номер раздела	Наименование лабораторной работы и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
		Не предусмотрены	
<b>ИТОГО:</b>			

### Самостоятельная работа аспиранта

Таблица 7.

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид самостоятельной работы аспиранта и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
1	1.1	Выбор темы научного исследования аспиранта и составление индивидуального плана.	2
	1.2	Поиск и анализ отечественной и зарубежной литературы, и интернет-ресурсов.	8
2	2.1	Проработка материала лекций и литературы.	2
	2.2	Изучение метода Фибоначчи и метода секущих.	2
3	3.1	Проработка материала лекций и литературы.	4
4	4.1	Проработка материала лекций и литературы.	2
	4.2	Решение задачи оптимизации в соответствии с индивидуальным заданием.	8
5	5.1	Изучение метода секущих плоскостей, алгоритма Гомори, метода ветвей и границ.	2
6	6.1	Проработка материала лекций и литературы.	2
7	7.1	Проработка материала лекций и литературы.	2
8	8.1	Проработка материала лекций и литературы.	2
	8.2	Подготовка отчета и презентации по выполненному заданию.	6
9	9.1	Обсуждение презентации и доклада.	2
	9.2	Проработка материала лекций и литературы.	4
10	10.1	Проработка материала лекций и литературы.	6
<b>ВСЕГО ЧАСОВ:</b>			<b>54</b>

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

Самостоятельная работа аспиранта по дисциплине представляет собой:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- выполнение заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин;
- подготовка доклада и составление презентации на заданные темы.

Для углубленного изучения тем курса рекомендуется воспользоваться конспектами лекций и учебниками, представленными в списке основной и дополнительной литературы, информационными ресурсами сети Интернет, он-лайн каталогам научной периодики. На самостоятельную проработку выносятся вопросы по каждой лекции по усмотрению преподавателя.

Доклад по теме дисциплины (перечень примерных тем приводится в приложении 2 к рабочей программе) должен продемонстрировать способность соискателя самостоятельно анализировать и интерпретировать прочитанную литературу, идентифицировать конкретную проблему, проводить анализ путей ее решения, предложить их варианты и выбрать оптимальный.

В компьютерной презентации внимание акцентируется на содержании, логике изложения, изобразительной наглядности, математической формулировке задачи, результатах анализа и выборе метода решения, использованию программных средств решения задачи оптимизации.

*Методические указания в т.ч. для самостоятельной работы обучающихся, подготовки доклада и презентации и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приводятся в Приложении 2 и Приложении 3 к рабочей программе.*

#### 5. Образовательные технологии

При изложении лекционного материала используются технологии изложения теоретического материала, подкрепленного разъяснениями и комментариями на конкретных прикладных примерах реализации. При этом активно используются компьютерная, проекционная техника и презентации, ориентирующие на последовательное изложение материала.

#### **Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях (если таковые предусмотрены разработчиком рабочей программы)**

Таблица 8.

Семестр	Вид и тема занятия (лекция, практическое занятие, лабораторная работа)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
6	Лекции 1. Математическая постановка задач оптимизации. Виды ограничений. 2. Классификация задач оптимизации. Критерии оптимальности. Сходимость методов оптимизации. 3. Необходимые и достаточные условия экстремума в задачах без	Презентации с использованием мультимедийного проектора	2  2  2





- подготовка доклада и презентации.

## 6.2. Состав фонда оценочных средств для проведения контроля аспирантов по дисциплине

Контроль по дисциплине проходит в форме выступления с докладом с представлением презентации и зачета. Перечень заданий для самостоятельной работы, подготовки доклада и презентации, а также методические указания для выполнения самостоятельной работы, подготовки доклада и презентации приводятся в Приложении 2 к рабочей программе. Перечень вопросов к зачету приводятся в Приложении 4 к рабочей программе.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 10.

#### Основная литература

№ п/п	Учебник, учебное пособие, монография (приводится библиографическое описание учебника, учебного пособия, монографии)	Ресурс НТБ КНИТУ-КАИ	Кол-во экз.
1.	<i>Островский Г.М., Зиятдинов Н.Н., Лаптева Т.В. Оптимизация технических систем: учебное пособие, М.: КНОРУС, 2012, 422 с.</i>		Эл. ресурс кафедры АиУ
2.	<i>Бахвалов Н.С. Численные методы : учебное пособие для вузов / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков.- 3-е изд., доп. и перераб.- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004.- 636 с.</i>	Печ.	14
3.	<i>Ашманов С.А. Теория оптимизации в задачах и упражнениях. Классические разделы. Линейное программирование. Выпуклые множества / С.А. Ашманов, А.В. Тимохов.- М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит-ры, 1991.- 446 с.</i>	Печ	10
4.	<i>Измаилов А.Ф. Численные методы оптимизации / А.Ф. Измаилов, В.М. Солодков. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 320 с. <a href="http://www.twirpx.com/file/144060/">http://www.twirpx.com/file/144060/</a></i>		интернет ресурс
5.	<i>Карманов, В. Г. Математическое программирование : учеб. пособие / В. Г. Карманов. – 6-е изд., испр. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 264 с. <a href="http://www.twirpx.com/file/96268/">http://www.twirpx.com/file/96268/</a></i>		интернет ресурс

#### Дополнительная литература

№ п/п	Учебник, учебное пособие, монография, справочная литература (приводится библиографическое описание )	Ресурс НТБ КНИТУ-КАИ	Кол-во экз.
1.	<i>Васильев Ф.П. Методы оптимизации. - М.: Факториал Пресс, 2002. – 824 с. <a href="http://www.twirpx.com/file/145610/">http://www.twirpx.com/file/145610/</a></i>		интернет ресурс
2.	<i>Струченков В.И. Методы оптимизации в прикладных задачах. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009.- 320 с. <a href="http://www.twirpx.com/file/868178/">http://www.twirpx.com/file/868178/</a></i>		интернет ресурс
3.	<i>Кузнецов А.В., Сакович В.А., Холод Н.И. Высшая математика. Математическое программирование: Учебник. 4-е изд. – СПб.: Лань, 2013. -352 с. <a href="http://www.twirpx.com/file/7493/">http://www.twirpx.com/file/7493/</a></i>		интернет ресурс

### Методические указания и материалы

№ п/п	Лабораторные практикумы, методические указания, учебно-методические пособия (приводится библиографическое описание)	Ресурс НТБ КНИТУ-КАИ	Кол-во экз.
1.	<i>Мурга О.К. Численные методы оптимизации : лаб. практикум / О.К. Мурга.- Казань: Изд-во КГТУ им. А.Н. Туполева, 2000.- 44 с.</i>	Печ.	66

#### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет»

*Профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий) и информационные справочные системы.*

*В НТБ КНИТУ-КАИ представлены базы данных:*

*Русскоязычные*

*- [POLPRED.COM](http://POLPRED.COM) - лучшие статьи информагентств и деловой прессы*

*- [ВИНИТИ](http://VINITI)*

*- [РОСПАТЕНТ](http://ROSPATENT)*

*- [eLIBRARY.RU](http://eLIBRARY.RU) (НЭБ - Научная электронная библиотека)*

*Зарубежные*

*- [ScienceDirect \(Elsevier\)](http://ScienceDirect) - естественные науки, техника, медицина и общественные науки.*

*- [Scopus](http://Scopus) - база данных рефератов и цитирования*

*- [SpringerLink](http://SpringerLink) - химия и материаловедение, компьютерные науки, биологические науки, бизнес и экономика, экология, инженерия, гуманитарные и социологические науки, математика и статистика, медицина, физика и астрономия, архитектура и дизайн.*

*- [The American Physical Society](http://The American Physical Society) – ведущие физические журналы мира.*

*- [OUP](http://OUP) - архив журналов по гуманитарным наукам, праву, естественным наукам, медицине, общественным наукам. Глубина архива - с 1 выпуска по 1995 год*

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

1. чтение лекций с использованием слайд-презентаций
2. использование специализированных (Пакеты *MATLAB*, *MathCAD*) и офисных (*MS Office*) программ для демонстрации
3. организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

#### 1. Лекционные занятия:

- комплект электронных презентаций/слайдов,
- аудитория №416, учебное здание 3, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер),

#### 2. Прочее: ВЦ, учебное здание 3:

- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
- рабочие места аспирантов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

## 9. Кадровое обеспечение дисциплины

Реализация дисциплины обеспечивается руководящими и научно-педагогическими работниками университета, а также лицами, привлекаемыми к реализации программы аспирантуры на условиях гражданско-правового договора, имеющими учёную степень и ученое звание, использующими численные методы оптимизации в своей научно-производственной и учебно-исследовательской работе.

## 10. Лист регистрации изменений, вносимых в рабочую программу учебной дисциплины

В рабочую программу дисциплины «Численные методы оптимизации» внесены следующие изменения:

№ п/п	№ страницы внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	“Согласовано” заведующий кафедрой АиУ (выпускающая кафедра)	“Согласовано” директор института АиЭП
1	Титульный лист	26.01.2016	В соответствии с Уставом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (новая редакция) исключить слово «профессионального» из полного названия КНИТУ-КАИ	 Г.Л. Дегтярев	 А.В. Ференев
				_____	_____
				_____	_____
				_____	_____
				_____	_____



## 11. Лист утверждения рабочей программы дисциплины на учебный год

Рабочая программа дисциплины «Численные методы оптимизации» утверждена для ведения учебного процесса в учебном году:

№ п/п	Учебный год	“Согласовано” заведующий кафедрой АиУ (ведущая, выпускающая кафедра)	“Согласовано” директор института АиЭП
1	2015/2016	 Г.Л.Дегтярев	 А.В. Ференец
2	2016/2017	 Г.Л.Дегтярев	 А.В. Ференец
3	2017/2018	 Г.Л.Дегтярев	 А.В. Ференец
4.	2018/2019	 Г.Л. Дегтярев	 А.В. Ференец
		_____	_____

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина *Численные методы оптимизации* является частью Б1.В.ОД.4 блока дисциплин подготовки аспирантов по направлению подготовки 27.06.01. Дисциплина реализуется в Институте автоматизации и электронного приборостроения кафедрой Автоматизации и управления.

Требования к уровню освоения содержания дисциплины.

Дисциплина нацелена на формирование **обще профессиональных компетенций**:

- способности профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций, информационно-аналитических материалов и презентаций (ОПК-4);
- владения научно-предметной областью знаний (ОПК-5);
- готовности к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-6);

**и профессиональных компетенций**:

- способности к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) 05.13.18. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (ПК-1);
- владения методологией исследования теоретических и прикладных проблем, методов и технических средств технических и управляющих систем, их математического, алгоритмического и программного обеспечения, создания и совершенствования сложных технических и управляющих систем, комплексов их контроля и испытания (ПК-2).

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с математической постановкой задач оптимизации, их классификацией, условиями оптимальности, численными методами безусловной и условной оптимизации, задачами линейного и нелинейного программирования и методами их решения.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, самостоятельная работа аспиранта, консультации, подготовка докладов и презентации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме опроса и итоговый контроль в форме выступления с докладом и зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные 54 часа и 54 часа самостоятельной работы аспиранта.

*Приложение 2.*

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

Для успешного осуществления самостоятельной работы необходимы:

1. Комплексный подход к организации самостоятельной работы по всем формам аудиторной работы;
2. Сочетание нескольких видов самостоятельной работы;
3. Обеспечение контроля за качеством усвоения.

Виды самостоятельной работы:

- для овладения знаниями: чтение текста (учебника, дополнительной литературы, научных публикаций); составление плана текста; графическое изображение структуры текста; конспектирование текста; работа со словарями и справочниками; работа с нормативными документами; учебно-исследовательская работа; использование аудио- и видеозаписей; компьютерной техники, Интернет и др.;
- для закрепления и систематизации знаний: работа с конспектом лекции (обработка текста); аналитическая работа с фактическим материалом (учебника, дополнительной литературы, научных публикаций, аудио- и видеозаписей); составление плана и тезисов ответа; составление таблиц и схем для систематизации фактического материала; ответы на контрольные вопросы; аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование и др.); подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции; подготовка рефератов, докладов; составление библиографии; тестирование и др.;
- для формирования умений: решение задач и упражнений по образцу; решение вариативных задач и упражнений; решение ситуационных производственных (профессиональных) задач; исследовательская работа.

Отдельно следует выделить подготовку к зачету, защитам как особый вид самостоятельной работы. Основное его отличие от других видов самостоятельной работы состоит в том, что обучающиеся решают задачу актуализации и систематизации учебного материала, применения приобретенных знаний и умений в качестве структурных элементов компетенций, формирование которых выступает целью и результатом освоения образовательной программы.

В образовательном процессе КНИТУ-КАИ применяются два вида самостоятельной работы – аудиторная под руководством преподавателя и по его заданию и внеаудиторная - по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

*Основными видами самостоятельной работы обучающихся с участием преподавателей являются:*

- текущие консультации;
- опрос как форма контроля освоения теоретического содержания дисциплин;
- прием и разбор презентаций;
- заслушивание докладов с их обсуждением.

*Основными видами самостоятельной работы обучающихся без участия преподавателей являются:*

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- выполнение заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;
- подготовка доклада и составление презентаций на заданную тему.

Самостоятельная работа способствует:

- углублению и расширению знаний;

- формированию интереса к самостоятельной научно-исследовательской деятельности;
- овладению приёмами процесса познания;
- развитию познавательных способностей.

Самостоятельная работа аспирантов имеет основную цель – обеспечить качество подготовки выпускаемых специалистов в соответствии с требованиями к основной образовательной программе послевузовского профессионального образования по направлению 27.06.01.

### ***Темы заданий для самостоятельной работы аспиранта***

Темы заданий для самостоятельной работы аспиранта, подготовки доклада и презентации подбираются на основе диссертационного исследования, являясь его элементом, имеющим научную новизну и практическую значимость.

### ***Рекомендации к подготовке доклада и презентации***

Самостоятельная работа должна свидетельствовать о готовности аспиранта к разработке и применению современных численных методов оптимизации в процессе научного исследования.

Доклад представляется устно а презентация представляется в электронном виде.

Доклад должен быть рассчитан на 10-12 мин. В содержании доклада должны быть отражены такие вопросы по теме как: постановка задачи оптимизации; обоснование выбора метода решения; описание численного метода, его программная реализация; анализ полученного решения оптимизационной задачи; заключение; использованные источники.

Чтобы подготовить достойный доклад, надо подобрать материал из разных источников, достаточно глубоко изучить проработать его, поскольку свободно рассказывать можно только о том, о чем знаешь в несколько раз больше, чем озвучиваешь.

Презентация не заменяет, а дополняет доклад. Не надо приводить на слайдах то, что Вы собираетесь сказать словами. Обратное тоже верно: при докладе никогда не зачитывайте текст со слайда! Возможное исключение – если презентация по-английски, и Вы не уверены в Вашем устном английском, имеет смысл сделать слайды самодостаточными, вынеся на них весь (слегка сокращенный) текст доклада.

Не все равно, каким программным продуктом пользоваться для подготовки презентации. Наиболее распространен сегодня MS PowerPoint. Но, например, если презентация подготовлена не в TeX, то слушатели-математики могут не воспринять доклад всерьез.

Презентация начинается с аннотации, где на одном-двух слайдах дается представление, о чем пойдет речь. Первый слайд должен содержать название доклада, ФИО и координаты (организация/подразделение, адрес электронной почты) выступающего. Правила хорошего тона предполагают еще указание на первом (да и на каждом) слайде названия мероприятия. Каждый слайд должен иметь заголовки и быть пронумерованным в формате 1/12.

Оптимальная скорость переключения один слайд - за 1–2 минуты, на лекциях - до 5 минут. Для кратких выступлений допустимо два слайда в минуту, но не быстрее. Слушатели должны успеть воспринять информацию и со слайда, и на слух. «Универсальная» оценка – число слайдов равно продолжительности выступления в минутах.

Размер шрифта основного текста на слайдах – не менее 16pt, заголовки  $\geq 20$  pt. Наиболее читабельным является шрифт Arial. Оформляйте все слайды в едином стиле (в TeX многое из упомянутого делается «автоматически»).

Не перегружайте слайд информацией. Не делайте много мелкого текста. При подготовке презентации рекомендуется в максимальной степени использовать графики, схемы, диаграммы и модели с их кратким описанием. Фотографии и рисунки делают представляемую информацию более интересной и помогают удерживать внимание аудитории, давая возможность ясно понять суть предмета. Длинные перечисления или большие таблицы с числами бессмысленны – лучше постройте графики.

Готовую презентацию надо просмотреть внимательно несколько раз «свежим» взглядом; каждый раз будете находить по несколько опечаток, ошибок или «некрасивостей».

Если Вы почувствуете себя хоть немного неуверенно перед аудиторией, или выступление

очень ответственное, то напишите и выучите свою речь наизусть. Озвучивание одной страницы (формат А4, шрифт 14pt, полуторный интервал) занимает 2 минуты. Потренируйтесь выступать с вашей презентацией.

Следите за временем!

Речь и слайды не должны совпадать. Речь должна быть более популярна и образна. Слайды могут содержать больше «технических» подробностей: формулы, схемы, таблицы, графики. Всегда подписывайте оси (какая переменная и ее размерность).

Нельзя читать формулы и обозначения («икс», «зет и джитое с тильдой» и т.п.) – рассказывайте на качественном уровне! Возможное исключение – рассказ на рабочем семинаре перед коллегами «технических» результатов.

В серьёзных научных презентациях не следует использовать эффекты анимации и излишнее «украшательство».

## Приложение 3.

## Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности аспиранта
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Индивидуальные задания для самостоятельной работы, подготовки доклада и презентации	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Математическая постановка задачи. Обоснование и выбор метода решения задачи оптимизации. Разработка алгоритмов и программная реализация в пакете MATLAB. Компьютерное исследование и моделирование. Получение результатов и их визуализация. Оформление презентации. Подготовка к докладу и выступление.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

Фонд оценочных средств, перечень заданий для проведения контроля освоения, а также методические указания для проведения контроля освоения

Перечень вопросов на зачет

1. Математическая постановка задач оптимизации. Виды ограничений.
2. Классификация задач оптимизации. Критерии оптимальности.
3. Сходимость методов оптимизации.
4. Необходимые и достаточные условия экстремума в задачах без ограничений.
5. Необходимые и достаточные условия оптимальности в задачах с ограничениями. Метод множителей Лагранжа.
6. Условия Куна-Таккера.
7. Метод перебора по равномерной сетке. Метод половинного деления (дихотомия). Метод золотого сечения.
8. Метод покоординатного спуска.
9. Метод прямого поиска.
10. Метод деформируемого многогранника.
11. Метод вращающихся координат.
12. Метод параллельных касательных.
13. Метод оврагов.
14. Метод наискорейшего спуска.
15. Метод покоординатного спуска.
16. Метод сопряженных градиентов.
17. Алгоритм Левенберга-Марквардта.
10. Метод Ньютона и его вариации.
11. Квазиньютоновские методы.
12. Задачи нелинейного программирования.
13. Метод возможных направлений.
14. Методы активного множества.
15. Метод проекций градиента.
16. Метод приведенного градиента.
17. Методы штрафных и барьерных функций.
18. Метод модифицированной функции Лагранжа.
19. Теория возмущений.
20. Методы случайного поиска: метод с возвратом при неудачном шаге, метод парной пробы.
21. Методы случайного поиска: метод наилучшей пробы, метод комплексов.
22. Методы случайного поиска: метод статистического градиента. Алгоритм наилучшей пробы с направляющим гиперквадратом. Алгоритмы глобального поиска.
- 23.. Основная задача линейного программирования
24. Геометрическое толкование задач линейного программирования.
25. Алгоритм симплекс-метода
26. Двойственность в задачах линейного программирования
27. Методы решения транспортной задачи
28. Методы последовательного квадратичного программирования для задач с ограничениями в виде равенств и ограничениями общего вида.
29. Сходимость методов последовательного квадратичного программирования.
30. Аппроксимации Гессиана.

На зачете аспирант получает 2 вопроса из приведенного списка. При ответах на вопросы следует четко сформулировать решаемую задачу, показать знание существующих методов для ее решения, умение грамотно излагать свои мысли, аргументировать выбор подходящих подходов и методов, показать умение применять методы для решения задач.