МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

**«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»**

|  |
| --- |
| **Институт информационных технологий, математики и механики** |

(факультет / институт / филиал)

|  |
| --- |
| УТВЕРЖДАЮ: |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Директор |  | Гергель В.П. |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| « |  | » |  |  | 2017 г. |

**Рабочая программа дисциплины**

|  |
| --- |
| **Методы оптимизации** |

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

|  |
| --- |
| **Бакалавриат** |

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

|  |
| --- |
| **01.03.01 Математика** |

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

|  |
| --- |
| **Математика (Общий профиль)** |

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

|  |
| --- |
| **Бакалавр** |

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

|  |
| --- |
| **Очная** |

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2017

1. **Место и цели дисциплины в структуре ОПОП Дисциплина относится к вариативной части основной образовательной программы (ОПОП), является обязательной (Б1.В.07) и изучается в 7 и 8 семестрах обучения в бакалавриате по направлению «Математика».**

Изучение теории и методов решения задач оптимизации необходимо для полноценного освоения ОПОП. При изучении современных алгоритмов теории и решения задач оптимизации используются результаты из таких, освоенных на предыдущих годах обучения, дисциплин фундаментальной математики, как математический анализ, дифференциальные уравнения, алгебра, геометрия, теория функций вещественного переменного, функциональный анализ. Знания, полученные при освоении данной дисциплины, необходимы при практической работе, так или иначе связанной с применением математических методов и методов математического моделирования.

**Целью освоения дисциплины** «Методы оптимизации» является знакомство с теорией математического программирования, основными идеями и конструкциями современных численных методов решения конечномерных задач оптимизации, классическим вариационным исчислением и современными подходами к решению бесконечномерных оптимизационных задач.

1. **Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Формируемые компетенции**  (код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции) | **Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *ОПК-1*  **готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности**  **(завершающий этап)** | *З1 (ОПК-1) знания*: базовые знания в области математического программирования, вариационного исчисления и методов оптимизации  *У1 (ОПК-1) умения и навыки:* умения использовать базовые знания в области математического программирования, вариационного исчисления и методов оптимизации  *В1 (ОПК-1) владение опытом* использования базовых знаний в области математического программирования, вариационного исчисления и методов оптимизации |
| *ОПК-4*  **способность находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем**  **(завершающий этап)** | *З1 (ОПК-4)* Знание методов анализа и использования на практике математических алгоритмов конечномерной и бесконечномерной оптимизации  *У1 (ОПК-4)* Умение находить, анализировать, реализовывать и использовать на практике математические алгоритмы конечномерной и бесконечномерной оптимизации  *В1 (ОПК-4)* Опыт нахождения, анализа, реализации и использования на практике математических алгоритмов конечномерной и бесконечномерной оптимизации |
| *ПК-2*  **способность математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики**  **(завершающий этап)** | *З1 (ПК-2)* Знания методов математически корректной постановки естественнонаучных задач, знание постановок классических задач математики  *У1 (ПК-2)* Умение применять методы математически корректной постановки естественнонаучных задач, умение ставить классические задачи математики  *В1 (ПК-2)* Опыт применения математически корректной постановки естественнонаучных задач, постановки классических задач математики |
| *ПК-3*  **способность строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата**  **(завершающий этап)** | *З1 (ПК-3)* Знание основ строгого доказательства утверждений, формулировки результатов, вывода следствий из полученного результата  *У1 (ПК-3)*Умение строго доказывать утверждения, формулировать результаты, выводить следствия из полученного результата  *В1 (ПК-3)* Опыт строгого доказательства утверждений, формулировки результатов, вывода следствий из полученного результата |

1. **Структура и содержание дисциплины**

Объем дисциплины составляет 6 зачетных единиц, всего 216 часов, из которых 115 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (40 часов занятия лекционного типа, 72 часов занятия семинарского типа (практические занятия, 3 часа промежуточной аттестации), 101 час составляет самостоятельная работа обучающегося (в т.ч. 36 часов подготовки к экзамену).

Содержание дисциплины

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины ,**  **форма промежуточной аттестации по дисциплине** | **Всего**  **(часы)** | **В том числе** | | | | | |
| **Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы**  **из них** | | | | | **Самостоятельная работа обучающегося, часы** |
| **Занятия лекционного типа** | **Занятия семинарского типа** | **Занятия лабораторного типа** |  | **Всего** |
| **Седьмой семестр** | | | | | | | |
| Тема 1.  Элементарный выпуклый анализ.  Выпуклые множества. Выпуклые конусы. Возможные направления. Выпуклые функции. Критерии выпуклости. Точки минимума выпуклых функций. | 20 |  | 9 |  |  | 9 | 11 |
| Тема 2.  Гладкие конечномерные задачи на экстремум.  Теорема Вейерштрасса и ее следствия. Безусловный минимум: необходимые условия минимума первого и второго порядков, достаточные условия. Условный минимум: принцип Лагранжа в задачах с ограничениями типа равенства и неравенства, регулярность, гладко-выпуклые задачи, условия второго порядка. | 28 | 4 | 13 |  |  | 17 | 11 |
| Тема 3.  Выпуклые конечномерные задачи на экстремум.  Различные формы записи задач выпуклого программирования. Теорема Куна-Таккера. Теория двойственности. Случай задач линейного программирования. | 32 | 8 | 13 |  |  | 21 | 11 |
| Тема 4.  Численные методы конечномерной оптимизации.  Терминология. Классификация методов. Одномерный поиск для унимодальных и липшицевых функций. Безусловная минимизация функций нескольких переменных: градиентные методы, метод Ньютона, методы сопряженных направлений для квадратичных функций, метод сопряженных градиентов. Условная минимизация функций нескольких переменных: методы штрафных функций, симплекс-метод решения задач линейного программирования. | 27 | 4 | 13 |  |  | 17 | 10 |
| В т.ч. текущий контроль | 2 |  |  |  |  |  |  |
| **Промежуточная аттестация – Зачет** | | | | | | | |
| **Восьмой семестр** | | | | | | | |
| Тема 5.  Простейшая задача вариационного исчисления и ее обобщения. Условия первого порядка.  Простейшая задача: классификация экстремумов, варьирование, необходимые условия первого порядка (стационарность, уравнение Эйлера), конкретные примеры (задачи о брахистохроне и о наименьшей поверхности вращения). Принцип Гамильтона-Остроградского и его применения. Обобщения простейшей задачи: экстремальные задачи на линейных многообразиях в линейных нормированных пространствах, задачи со старшими производными, задачи с вектор-функциями, задачи с функциями нескольких переменных, задачи с подвижными границами, задачи на классе кусочно-гладких функций, | 29 | 6 | 6 |  |  | 12 | 17 |
| Тема 6.  Условия второго порядка в вариационном исчислении.  Условия второго порядка в простейшей задаче вариационного исчисления: необходимые условия Лежандра и Якоби слабого минимума, необходимое условие Вейерштрасса сильного минимума, достаточные условия локального минимума. | 21 | 6 | 6 |  |  | 12 | 9 |
| Тема 7.  Принцип Лагранжа в вариационном исчислении. Вариационные задачи с ограничениями.  Изопериметрические задачи. Задачи со связями. Задача Лагранжа. Конкретные примеры: задача Дидоны, задача о цепной линии, задача Чаплыгина о самолете. | 33 | 6 | 6 |  |  | 12 | 21 |
| Тема 8.  Понятие о математической теории оптимального управления.  Управляемые системы. Задачи оптимального управления классического вариационного типа (без ограничений на значения управления). Задачи оптимального управления понтрягинского типа (с ограничениями на значения управления). Принцип максимума Понтрягина. Конкретные иллюстративные примеры. | 23 | 6 | 6 |  |  | 12 | 11 |
| В т.ч. текущий контроль | 2 |  |  |  |  |  |  |
| **Промежуточная аттестация – Экзамен** | | | | | | | |

Текущий контроль успеваемости проходит в рамках занятий семинарского и практического типа. Итоговый контроль осуществляется на зачете и экзамене.

1. **Образовательные технологии**

Используются образовательные технологии в форме лекций, практических (семинарских) занятий, коллоквиумов, домашних работ.

Лекционные занятия в основном проводятся в форме «лекция-информация», при необходимости переходящей в форму «лекция-беседа».

Практические занятиянаправлены на развитие самостоятельности обучающихся и приобретение умений и навыков. Практическое занятие предполагает выполнение студентами по заданию преподавателя домашних работ с последующей их проверкой и обсуждением на занятиях.

1. **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа студентов (выполнение домашних практических заданий, подготовка к коллоквиуму, экзамену и зачету) обеспечивается доступной студентам основной и дополнительной литературой (см. ниже раздел **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**).

Для подготовки к зачету по темам 1 - 3, связанным с математическим программированием, студентам можно воспользоваться:

1. Сумин В.И. Начала математического программирования. Теорема Вейерштрасса. Безусловный экстремум. Электронное учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015. – 40 с. (http://www.unn.ru/books/resources.html, Регистрационный номер 973.15.06).
2. Сумин В.И. Начала выпуклого анализа. Часть 1. Выпуклые множества. Электронное учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015. – 32 с. (http://www.unn.ru/books/resources.html, Регистрационный номер 974.15.06).
3. Сумин В.И. Начала выпуклого анализа. Часть 2. Выпуклые функции. Электронное учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015. – 28 с. (http://www.unn.ru/books/resources.html, Регистрационный номер 975.15.06).

Указанные пособия содержат теоретический материал с иллюстрирующими подробными примерами и упражнения для самостоятельного выполнения.

1. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине**, включающий:
   1. **Перечень компетенций выпускников** образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования (согласно Карте компетенций по направлению 010301 Математика)

*ОПК-1* **Готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Индикаторы  Компетенции | Критерии оценивания (дескрипторы) | | | | | | |
| «плохо» | «неудовлетворительно» | «удовлетворительно» | «хорошо» | «очень хорошо» | «отлично» | «превосходно» |
| Знания  базовые знания в области математического программирования, вариационного исчисления и методов оптимизации | Отсутствие знаний материала | Наличие грубых ошибок в основном материале | Знание основного материала с рядом негрубых ошибок | Знание основного материалом с рядом заметных погрешностей | Знание основного материала с незначительными погрешностями | Знание основного материала без ошибок и погрешностей | Знание основного и дополнительным материала без ошибок и погрешностей |
| Умения  умения использовать базовые знания в области математического программирования, вариационного исчисления и методов оптимизации | Полное отсутствие умения | Отсутствие умения | Умение использовать отдельные приемы при наличии существенных ошибок | Умение использовать отдельные приемы при наличии незначительных ошибок | Умение использовать отдельные приемы | Умение использовать приемы | Умение использовать приемы и способность принимать решение на этой основе |
| Навыки  *Владеть* опытом использования базовых знаний в области математического программирования, вариационного исчисления и методов оптимизации | Полное отсутствие навыков | Отсутствие опыта | Наличие минимальных навыков | Посредственное  владение навыками | Достаточное владение навыками | Хорошее владение навыками | Всестороннее владение навыками |
| Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий | 0 – 20 % | 20 – 50 % | 50 – 70 % | 70-80 % | 80 – 90 % | 90 – 99 % | 100% |

*ОПК-4* **Способность находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Индикаторы  компетенции | Критерии оценивания (дескрипторы) | | | | | | |
| «плохо» | «неудовлетворительно» | «удовлетворительно» | «хорошо» | «очень хорошо» | «отлично» | «превосходно» |
| Знания  Знание методов анализа и использования на практике математических алгоритмов конечномерной и бесконечномерной оптимизации | Отсутствие знаний материала | Наличие грубых ошибок в основном материале | Знание основного материала с рядом негрубых ошибок | Знание основного материалом с рядом заметных погрешностей | Знание основного материала с незначительными погрешностями | Знание основного материала без ошибок и погрешностей | Знание основного и дополнительным материала без ошибок и погрешностей |
| Умения  Умение находить, анализировать, реализовывать и использовать на практике математические алгоритмы конечномерной и бесконечномерной оптимизации | Полное отсутствие умения | Отсутствие умения | Умение использовать отдельные приемы при наличии значительных ошибок | Умение использовать отдельные приемы при наличии незначительных ошибок | Умение использовать отдельные приемы | Умение использовать приемы | Умение использовать приемы и способность принимать решение на этой основе |
| Навыки  *Владеть* опытом ыт нахождения, анализа, реализации и использования на практике математических алгоритмов конечномерной и бесконечномерной оптимизации | Полное отсутствие навыков | Отсутствие навыков | Наличие минимальных навыков | Посредственное  владение навыками | Достаточное владение навыками | Хорошее владение навыками | Всестороннее владение навыками |
| Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий | 0 – 20 % | 20 – 50 % | 50 – 70 % | 70-80 % | 80 – 90 % | 90 – 99 % | 100% |

*ПК-2* С**пособность математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Индикаторы  компетенции | Критерии оценивания (дескрипторы) | | | | | | |
| «плохо» | «неудовлетворительно» | «удовлетворительно» | «хорошо» | «очень хорошо» | «отлично» | «превосходно» |
| Знания  *Знать* методы математически корректной постановки естественнонаучных задач, знание постановок классических задач математики | Отсутствие знаний материала | Наличие грубых ошибок в основном материале | Знание основного материала с рядом негрубых ошибок | Знание основного материалом с рядом заметных погрешностей | Знание основного материала с незначительными погрешностями | Знание основного материала без ошибок и погрешностей | Знание основного и дополнительным материала без ошибок и погрешностей |
| Умения  Умение применять методы математически корректной постановки естественнонаучных задач, умение ставить классические задачи математики | Полное отсутствие умения | Отсутствие умения | Умение использовать отдельные приемы при наличии существенных ошибок | Умение использовать отдельные приемы  при наличии незначительных ошибок | Умение использовать отдельные приемы | Умение использовать все основные приемы | Свободное владение приемами |
| Навыки  Опыт применения математически корректной постановки естественнонаучных задач, постановки классических задач математики | Полное отсутствие навыков | Отсутствие навыков | Наличие минимальных навыков | Посредственное  владение опытом | Достаточное владение опытом | Хорошее владение вла опытом | Всестороннее владение навыками |
| Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий | 0 – 20 % | 20 – 50 % | 50 – 70 % | 70-80 % | 80 – 90 % | 90 – 99 % | 100% |

*ПК-3* **Способность строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Индикаторы  компетенции | Критерии оценивания (дескрипторы) | | | | | | |
| «плохо» | «неудовлетворительно» | «удовлетворительно» | «хорошо» | «очень хорошо» | «отлично» | «превосходно» |
| Знания  Знание основ строгого доказательства утверждений, формулировки результатов, вывода следствий из полученного результата | Отсутствие знаний материала | Наличие грубых ошибок в основном материале | Знание основного материала с рядом негрубых ошибок | Знание основного материалом с рядом заметных погрешностей | Знание основного материала с незначительными погрешностями | Знание основного материала без ошибок и погрешностей | Знание основного и дополнительным материала без ошибок и погрешностей |
| Умения  Умение строго доказывать утверждения, формулировать результаты, выводить следствия из полученного результата | Полное отсутствие умения | Отсутствие умения | Умение использовать отдельные приемы при наличии серьезных ошибок | Умение использовать отдельные приемы  при наличии незначительных ошибок | Умение использовать отдельные приемы | Умение использовать все основные приемы | Умение использовать приемы  и способность принимать решение на этой основе |
| Навыки  Опыт строгого доказательства утверждений, формулировки результатов, вывода следствий из полученного результата | Полное отсутствие навыков  владения  опытом | Отсутствие навыков владения  опытом | Наличие минималь-  ных  навыков | Посредственное  владение  опытом | Достаточное владение  опытом | Хорошее владение вла опытом | Всестороннее владение навыками |
| Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий | 0 – 20 % | 20 – 50 % | 50 – 70 % | 70-80 % | 80 – 90 % | 90 – 99 % | 100% |

* 1. **Описание шкал оценивания**

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде зачета (7 семестр) и экзамена (8 семестр), на которых определяется:

* уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
* уровень понимания студентами изученного материала
* способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

**Экзамен** включает теоретическую и практическую части. Теоретическая часть экзамена заключается в ответе студентом на теоретические вопроса курса (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ. Практическая часть экзамена предусматривает разбор практической ситуации (решение задачи).

|  |  |
| --- | --- |
| **Оценка** | **Уровень подготовки** |
| Превосходно | Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий поход к решению нестандартных ситуаций. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждая теоретический материал практическими примерами из практики. Студент активно работал на практических занятиях.  100 %-ное выполнение контрольных экзаменационных заданий |
| Отлично | Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждает теоретический материал практическими примерами из практики. Студент активно работал на практических занятиях.  Выполнение контрольных экзаменационных заданий на 90% и выше |
| Очень хорошо | Хорошая подготовка. Студент дает ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п.  Студент активно работал на практических занятиях.  Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 80 до 90%. |
| Хорошо | В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Студент работал на практических занятиях.  Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 70 до 80%. |
| Удовлетворительно | Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний, делает существенные ошибки при характеристике нормативно-правовой базы валютного регулирования, но при ответах на наводящие вопросы, может правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ. Студент посещал практические занятия.  Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 50 до 70%. |
| Неудовлетворительно | Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Студент пропустил большую часть практических занятий.  Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50%. |
| Плохо | Подготовка абсолютно недостаточная. Студент не отвечает на поставленные вопросы. Студент отсутствовал на большинстве лекций и практических занятий.  Выполнение контрольных экзаменационных заданий менее 20 %. |

**Зачет** включает теоретическую и практическую части. Теоретическая часть заключается в ответе студентом на теоретические вопроса курса (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ. Практическая часть экзамена предусматривает разбор практической ситуации (решение задачи).

|  |  |
| --- | --- |
| **Оценка** | **Уровень подготовки** |
| Зачтено | от минимально достаточного до высокого.  Выполнение контрольных заданий 60% и больше. |
| Не зачтено | подготовка недостаточная, требуется дополнительное изучение материала.  Выполнение контрольных заданий менее 60%. |

* 1. **Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций**

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии: индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и навыков используются следующие процедуры и технологии: практические контрольные задания, включающие одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий, которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить. Типы практических контрольных заданий: задания на установление правильной последовательности, взаимосвязанности действий, выяснения влияния различных факторов на результаты; установление последовательности действий (описать алгоритм).

* 1. **Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.**

**Коллоквиум в семестре 7 (темы 1-3)**

**Примеры вариантов вопросов и заданий коллоквиума**

**Вариант 1:**

1. Выделить в пространстве параметров a, b, c, k, m множество тех параметров, при которых квадратичная функция  имеет точку глобального минимума в пространстве переменных x, y.

(**оценка компетенции ОПК-1**)

1. Продемонстрировать применение метода множителей Лагранжа на примере задачи



(**оценка компетенции ОПК-4**)

**Вариант 2:**

1) При каких значениях параметров a, b, c функция  имеет точку минимума (единственную точку минимума) в пространстве переменных x, y, z ?

(**оценка компетенции ОПК-1**)

2) Продемонстрировать применение метода множителей Лагранжа на примере задачи



(**оценка компетенции ОПК-4**)

**Зачет в семестре 7**

**Примеры вариантов вопросов и заданий зачета**

**Вариант 1:**

1. Принцип Лагранжа для гладкой задачи на условный экстремум с ограничениями типа неравенства.

(**оценка компетенции ОПК-1**)

2) Теорема Куна-Таккера для основной задачи выпуклого программирования.

(**оценка компетенции ОПК-4**)

**Вариант 2:**

1. Следствия теоремы Вейерштрасса о существовании экстремума.

(**оценка компетенции ОПК-1**)

1. Теорема двойственности для основной задачи выпуклого программирования.

(**оценка компетенции ОПК-4**)

**Коллоквиум в семестре 8**

**Примеры вариантов вопросов и заданий коллоквиума**

**Вариант 1:**

1. Классификация численных методов оптимизации и общие понятия. Типы сходимости (по функции, по аргументу). Скорость сходимости (линейная, сверхлинейная, квадратичная). Критерии останова.

(**оценка компетенции ОПК-1**)

2) Продемонстрировать применение симплекс-метода на примере задачи линейного программирования



(**оценка компетенции ОПК-4**)

**Вариант 2:**

1. Минимизация функций одной переменной. Унимодальные функции. Основное свойство непрерывных унимодальных функций. Общая схема методов минимизации унимодальных функций.

(**оценка компетенции ОПК-1**)

2) Продемонстрировать применение симплекс-метода на примере задачи линейного программирования



(**оценка компетенции ОПК-4**)

**Экзамен в семестре 8**

**Примеры экзаменационных билетов**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет

им. Н.И. Лобачевского

Институт/факультет \_\_\_\_ИИТММ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Кафедра \_\_\_\_\_\_\_\_МФиОУ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Дисциплина \_\_Методы оптимизации\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. На плоскости x,y найти расстояние от точки (1,0) до эллипса 

2. Условие Якоби.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_Сумин М.И.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Экзаменатор\_\_\_\_\_\_\_\_\_Сумин В.И.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет

им. Н.И. Лобачевского

Институт/факультет \_\_\_\_ИИТММ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Кафедра \_\_\_\_\_\_\_\_МФиОУ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Дисциплина \_\_Методы оптимизации\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

1. Решить простейшую задачу вариационного исчисления



2. Условие Вейерштрасса.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_Сумин М.И.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Экзаменатор\_\_\_\_\_\_\_\_\_Сумин В.И.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

* 1. **Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.**

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ от 13.02.2014.

<http://www.unn.ru/pages/general/norm-acts/attest_stud%202014.pdf>

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**а) основная литература:**

1. **Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. М.: Наука. 1988.**

**(В ФБ ННГУ 214 экз.)**

1. **Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. М.:**

**Эдиториал УРСС. 2002.**

**(В ФБ ННГУ 80 экз.)**

**б) дополнительная литература:**

1. **Алексеев В.М., Галеев Э.М., Тихомиров В.М. Сборник задач по оптимизации. Теория, примеры, задачи: учебное пособие. М.: Наука. 1984.**

**(В ФБ ННГУ 155 экз.)**

1. **Поляк Б.Т. Введение в оптимизацию. М.: Наука. 1983.**

**(В ФБ ННГУ 15 экз.)**

1. **Сумин В.И. Начала математического программирования. Теорема Вейерштрасса. Безусловный экстремум. Электронное учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015. – 40 с. (http://www.unn.ru/books/resources.html, Регистрационный номер 973.15.06).**
2. **Сумин В.И. Начала выпуклого анализа. Часть 1. Выпуклые множества. Электронное учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015. – 32 с. (http://www.unn.ru/books/resources.html, Регистрационный номер 974.15.06).**
3. **Сумин В.И. Начала выпуклого анализа. Часть 2. Выпуклые функции. Электронное учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015. – 28 с. (http://www.unn.ru/books/resources.html, Регистрационный номер 975.15.06).**

**в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы**:

Фонд электронных изданий ННГУ. Режим доступа: http://www.unn.ru/books/resources.html

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Имеются в наличии учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет».

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению 010301 Математика.

Автор Сумин В.И.

Программа одобрена на заседании кафедры математической физики и оптимального управления Института информационных технологий, математики и механики ННГУ им. Н.И. Лобачевского

от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_\_\_\_.

Заведующий кафедрой\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ М.И. Сумин

Программа одобрена методической комиссией Института информационных технологий, математики и механики ННГУ им. Н.И. Лобачевского

от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_\_\_\_.