Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Высший колледж информатики

Согласовано

Директор ВКИ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Окунев А.Г.

*подпись*

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

направление подготовки: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

направленность (профиль): Мехатроника и робототехника

Форма обучения: очная

Разработчики:

к.т.н., Токарев М.П. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Руководитель программы:

д.т. н., Назаров А.Д. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Новосибирск, 2020

**Содержание**

[1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 3](#_Toc21097778)

[2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 3](#_Toc21097779)

[3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося 4](#_Toc21097780)

[4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 4](#_Toc21097781)

[5. Перечень учебной литературы 7](#_Toc21097782)

[6речень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины 8](#_Toc21097784)

[7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине 8](#_Toc21097785)

[8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине 8](#_Toc21097786)

[9. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине 9](#_Toc21097787)

Приложение 1 Оценочные средства по дисциплине

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

| Результаты освоения образовательной программы  (компетенции) | В результате изучения дисциплины обучающиеся должны: | | |
| --- | --- | --- | --- |
| знать | уметь | владеть |
| ОПК-2 Владение физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем | основные направления развития мехатроники и робототехники  *- виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач; действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность* | применять физико-математический аппарат и рассчитывать матмодели устройств  *- проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения; анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов; использовать нормативно- правовую документацию в сфере профессиональной деятельности* | методами анализа и моделирования в области мехатроники и робототехники  *- методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта, навыками работы с нормативно-правовой документацией*  *навыками:* |
| ПК-6 Способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем | - стандартные программные пакеты для исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем | - использовать стандартные программные пакеты для исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем | - навыками работы со стандартными программными пакетами для исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем |

# 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), изучение которых необходимо для освоения дисциплины Методы оптимизации:

• «Введение в дискретную математику и математическую логику»

• «Введение в алгебру и анализ»

• «Модели вычислений»

Дисциплины (практики), для изучения которых необходимо освоение дисциплины Методы оптимизации:

• «Техническое зрение»

• «Компьютерное моделирование робототехнических систем»

• «Автоматическое управление»

• «Современные методы глубокого машинного обучения»

# 3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Трудоемкость дисциплины – 4 з.е. (144 ч)

Форма промежуточной аттестации: 5 семестр – экзамен.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Вид деятельности | Семестр |
| 5 |
| 1 | Лекции, ч | 32 |
| 2 | Практические занятия, ч | 32 |
| 3 | Лабораторные работы, ч |  |
| 4 | Занятия в контактной форме, ч  , из них | 68 |
| 5 | из них аудиторных занятий, ч | 64 |
| 6 | в электронной форме, ч |  |
| 7 | консультаций, час. | 2 |
| 8 | промежуточная аттестация, ч | 2 |
| 9 | Самостоятельная работа, час. | 76 |
| 10 | Всего, ч | 144 |

# 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

***5 семестр***

Лекции (32 ч)

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование темы и их содержание | Объем,  час |
| 1. Введение. Общая постановка задачи оптимизации. Объекты и критерии оптимизации.  Классификация и формулировка задач математического программирования. Методы минимизации функции одной переменной. | 6 |
| 2. Методы минимизации функций одной переменной. Классификация методов. Методы исключения интервалов. Метод золотого сечения. Метод поиска с использованием кубичной аппроксимации. Сравнение методов. | 4 |
| 3. Методы поиска экстремума функции многих переменных. Классификация методов. Сравнение методов. Задача линейного программирования Классификация методов. Разработка моделей линейного программирования. Формы записи задач линейного программирования. | 6 |
| 4. Транспортная задача. Классификация методов. Понятия транспортной задачи и транспортной модели. | 4 |
| 5. Методы условной оптимизации. Достаточные и необходимые условия условного экстремума. Правило множителей Лагранжа для задач с ограничениями типа равенств и неравенств, для задач со смешанными ограничениями. | 4 |
| 6. Нелинейное программирование. Классификация методов. Задачи с ограничениями в виде равенств. Метод замены переменных. Метод множителей Лагранжа. | 4 |
| 7. Теорема о штрафных функциях. Метод штрафных функций. Метод проекций градиентов. Методы, основанные на линеаризации. Базовый метод линеаризации. | 4 |
| Итого: | 32 |

Практические занятия (32 ч)

|  |  |
| --- | --- |
| Содержание практического занятия | Объем, час |
| 1. Постановка задач оптимизации.  Задачи по математическому программированию. Методам минимизации функции одной переменной. | 6 |
| 2. Методы минимизации функций одной переменной. Методы исключения интервалов. Метод золотого сечения. Метод поиска с использованием кубичной аппроксимации. | 4 |
| 3. Методы поиска экстремума функции многих переменных. Классификация методов. Разработка моделей линейного программирования. Формы записи задач линейного программирования. | 6 |
| 4. Транспортная задача.  Классификация методов.  Понятия транспортной задачи и транспортной модели. | 4 |
| 5. Методы условной и безусловной оптимизации.  Достаточные и необходимые условия условного экстремума. Правило множителей Лагранжа для задач с ограничениями типа равенств и неравенств, для задач со смешанными ограничениями. | 4 |
| 6. Нелинейное программирование. Задачи с ограничениями в виде равенств. Метод замены переменных. Метод множителей Лагранжа. | 4 |
| 7. Метод штрафных функций. Метод проекций градиентов. Методы, основанные на линеаризации. Базовый метод линеаризации. | 4 |
| Итого: | 32 |

Самостоятельная работа студентов (76 ч)

|  |  |
| --- | --- |
| Перечень занятий на СРС | Объем, час |
| Подготовка к практическим занятиям, выполнение домашнего задания. Студенты выполняют задания, которые дает им преподаватель, а также осуществляют закрепление лекционного материала. | 24 |
| Обучающиеся изучают вспомогательный математический аппарат, который будет применяться впоследствии при формулировке понятий и оформлении решений задач. Повторяют математические понятия и термины, осваивают новые логические символы через решение практических задач. |  |
| Подготовка к контрольной работе | 10 |
| Подготовка реферата. Изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях. Обучающиеся самостоятельно изучают необходимые сведения по марковским случайным процессам и системам массового обслуживания. | 6 |
| Подготовка к промежуточной аттестации. | 36 |
| Итого: | 76 |

# 5. Перечень учебной литературы

***5.1 Основная литература***

1. Мицель, А.А. Методы оптимизации : учебное пособие / А.А. Мицель, А.А. Шелестов, В.В. Романенко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР), Факультет дистанционного обучения. – Томск : ТУСУР, 2017. – 198 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481034 (дата обращения: 11.01.2020). – Библиогр.: с. 193-194. – Текст : электронный.

2. Лесин, В.В. Основы методов оптимизации : учебное пособие / В.В. Лесин, Ю.П. Лисовец. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 344 с. — ISBN 978-5-8114-1217-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/86017 (дата обращения: 11.01.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Пантелеев, А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах : учебное пособие / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. — 4-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-1887-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/67460 (дата обращения: 11.01.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Крутиков, В.Н. Методы оптимизации : учебное пособие / В.Н. Крутиков. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2011. – 92 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232682> (дата обращения: 11.01.2020). – ISBN 978-5-8353-1132-3. – Текст : электронный.

5. Алексеева Е. В., Кутненко О. А., Плясунов А. В. Численные методы оптимизации: Учеб. пособие / Новосиб. ун-т. Новосибирск, 2008. 128 с.

***5.2 Дополнительная литература***

6. Пантелеев, А.В. Методы оптимизации. Практический курс : учебное пособие / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. — Москва : Логос, 2011. — 424 с. — ISBN 978-5-98704-540-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/124879 (дата обращения: 11.01.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Васильев, Ф.П. Методы оптимизации : учебник / Ф.П. Васильев. – Изд. нов., перераб. и доп. – Москва : МЦНМО, 2011. – Ч. 1. Конечномерные задачи оптимизации. Принцип максимума. Динамическое программирование. – 620 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63313 (дата обращения: 11.01.2020). – ISBN 978-5-94057-707-2. – Текст : электронный.

8. Ларин Р.М., Плясунов А.В., Пяткин А.В. Методы оптимизации. Примеры и задачи: Учеб. пособие / Новосиб. ун-т. Новосибирск, 2003. 115 с.

# 6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);

- образовательные интернет-порталы;

- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС, электронную почту, социальные сети.

***6.1 Современные профессиональные базы данных:***

*«Не используются»*

***6.2. Информационные справочные системы***

*«Не используются»*

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

**7.1 Перечень программного обеспечения**

Для обеспечения реализации дисциплины Методы оптимизации используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office и MathWorks MATLAB R2014b.

# 8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для реализации дисциплины Методы оптимизации используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации;

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся;

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

# 9. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень результатов обучения по дисциплине Методы оптимизации и индикаторов их достижения представлен в виде знаний, умений и владений в разделе 1.

***9.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине***

***Текущий контроль успеваемости:***

Преподаватель оценивает работу студентов на практических занятиях, принимая во внимание их активность и сформированные умения и навыки.

Перед промежуточным контролем за работу на занятиях накопленная оценка по 10 балльной шкале определяется как:

* Оаудиторная.

Преподавателем оценивается самостоятельная работа обучаемых таким образом. Накопленная оценка по 10-тибалльной шкале за самостоятельную работу определяется перед итоговым контролем:

* Осам.работа

Накопленной оценкой за текущий контроль учитываются результаты студента по текущему контролю так:

* Онакопленная = 0,44 \* Отекущий + 0,28 \* Оаудиторная + 0,28 \* Осам.работа
* Отекущий – рассчитывается в виде взвешенной суммы всех форм текущего контроля, который предусмотрен в вузе и совпадает с оценкой за домашнее задание.

***Промежуточная аттестация:***

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и включает 2 этапа: портфолио и экзамен. Необходимым условием для прохождения промежуточной аттестации является оценка «зачтено» по результатам выполненного портфолио. Для оценивания портфолио студенту необходимо сдать все работы, входящие в структуру портфолио (реферат, контрольная работа).

Экзамен проводится в устной форме. Во время проведения экзамена студенту разрешается использовать справочники, калькуляторы. В процессе ответа на вопросы экзаменационного билета студенту могут быть заданы дополнительные вопросы по темам дисциплины.

Результирующая оценка за дисциплину рассчитывается следующим образом:

* Онакопленная итоговая = 0,6·\* О накопленная + 0,4·\* Опромежуточный зачет/экзамен, где Отекущая i этапа рассчитывается по приведенной выше формуле.

Способ округления накопленной оценки промежуточного (и итогового) контроля: в пользу студента.

Итоговая оценка на зачете выставляется по 10-бальной шкале (с переводом в 5-ти бальную шкалу). Перевод в 5-балльную шкалу осуществляется по правилу:

* 0 - 3 балов - неудовлетворительно,
* 4 - 5 баллов - удовлетворительно,
* 6 - 7 баллов - хорошо,
* 8 - 10 баллов - отлично.

Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

***Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине Методы оптимизации***

Таблица 9.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Код компетенции** | **Результат обучения по дисциплине** | **Оценочное средство** |
| ОПК-2 | Знать: основные направления развития мехатроники и робототехники.  Роль и место методов оптимизации в развитии современной робототехники и мехатроники.  Терминология методов оптимизации экстремальных задач.  Основные численные методы и алгоритмы линейной оптимизации.  Основные численные методы и алгоритмы нелинейной оптимизации. | Реферат  Экзамен |
| Уметь: применять физико-математический аппарат и рассчитывать математические модели устройств.  Уметь решать теоретические и практические задачи оптимизации. | Контрольная работа  Экзамен |
| Владеть: методами анализа и моделирования в области мехатроники и робототехники.  Уметь применять методы математического анализа.  Иметь навыки использования естественнонаучных и общеинженерных знаний в профессиональной деятельности. | Экзамен |
| ПК-6 | Знать: стандартные программные пакеты для исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем.  Знать модели вычислений.  Знать методы построения математической модели объекта оптимизации. | Реферат  Контрольая работа  Экзамен |
| Уметь: использовать стандартные программные пакеты для исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем.  Уметь использовать методы решения задач оптимального проектирования. | Контрольная работа  Экзамен |
| Владеть: навыками работы со стандартными программными пакетами для исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем. | Экзамен |

Таблица 9.2

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерий** | **Оценка** |
| **Реферат:**  – обоснованность теоретическим и фактическим материалом, подкрепленным ссылками на научную литературу и источники,  – осмысленность, логичность и аргументированность изложения материала,  В реферате обучающийся мог допустить непринципиальные неточности.  **Контрольная работа:**  – работа выполнена полностью, использован оптимально-правильный алгоритм решения. Сама работа соответствует плану и имеет правильные выводы.  **Экзамен:**  – точность и корректность применения терминов и понятий ,  – наличие исчерпывающих ответов на дополнительные вопросы.  При изложении ответа на вопрос(ы) экзаменационного билета обучающийся мог допустить непринципиальные неточности. | *Отлично* |
| **Реферат:**  – обоснованность теоретическим и фактическим материалом, подкрепленным ссылками на научную литературу и источники,  – осмысленность, логичность и аргументированность изложения материала, наличие затруднений в формулировке собственных суждений,  – точность и корректность применения терминов и понятий методов математического программирования, при наличии незначительных ошибок,  **Контрольная работа:**  – в работе имеются несущественные ошибки, которые обучающийся самостоятельно или по требованию преподавателя исправил.  **Экзамен:**  – точность и корректность применения терминов и понятий методов математического программирования при наличии незначительных ошибок,  – наличие полных ответов на дополнительные вопросы с возможным присутствием ошибок. | *Хорошо* |
| **Реферат:**  – теоретический и фактический материал в слабой степени подкреплен ссылками на научную литературу и источники,  – осмысленность в изложении материала, наличие ошибок в логике и аргументации,  – корректность применения терминов и понятий методов математического программирования, при наличии незначительных ошибок.  **Контрольнаяая работа:**  – работу студент выполнил правильно более чем на половину или допустил серьезные ошибки.  **Экзамен:**  – теоретический и фактический материал в слабой степени подкреплен ссылками на научную литературу и источники,  – корректность применения терминов и понятий методов математического программирования, при наличии незначительных ошибок,  – наличие неполных и/или содержащих существенные ошибки ответов на дополнительные вопросы. | *Удовлетворительно* |
| **Реферат:**  – отсутствие теоретического и фактического материала, подкрепленного ссылками на научную литературу и источники,  – грубые ошибки в применении терминов и понятий методов математического программирования,  – неподготовленность докладов и выступлений на основе предварительного изучения литературы по темам, неучастие в коллективных обсуждениях в ходе практического (семинарского) занятия.  **Контрольная работа:**  – обучающимся допущены серьезные ошибки, которые он не смог исправить по требованию преподавателя.  **Экзамен:**  – фрагментарное и недостаточное представление теоретического и фактического материала, не подкрепленное ссылками на научную литературу и источники,  – непонимание причинно-следственных связей,  – отсутствие осмысленности, структурированности, логичности и аргументированности в изложении материала,  – грубые ошибки в применении терминов и понятий методов математического программирования,  – отсутствие ответов на дополнительные вопросы. | *Неудовлетворительно* |

***Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения***

**Пример вопросов для экзамена:**

1. Задачи оптимизации. Основные понятия. Примеры задач оптимизации.

2. Классы задач оптимизации. Методы одномерной минимизации. Пассивный и последовательный поиск.

**Пример заданий для контрольой работы:**

1. Найти наибольшее и наименьшее значения функции в заданной области , где

,

2. Задача на линейное программирование

при ограничениях:

, .

Оценочные материалы по промежуточной аттестации (приложение 2), предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**

**«Методы оптимизации»**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа) | Дата и №  протокола Ученого совета ВКИ НГУ | Подпись  ответственного |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |