Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ганеев Винер Валиахметович
Должность: Директор
Дата подписания: 02.11.2026 14:28:19
Уникальный программный ключ:
fceab25d7092f3bff743e8ad3f8d57fddc1f5e66

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»

Бирский филиал

ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан
*подписано ЭЦП* Гайсин Ф.Р.
*(подпись, инициалы, фамилия)*

«26» 02 2026 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы оптимизации
*(наименование дисциплины)*

ОПОП ВО программа бакалавриата
01.03.02 Прикладная математика и информатика
*шифр и наименование направления подготовки (специальности)*

направленность (профиль, специализация)

Математическое моделирование и управление процессами и системами
*наименование направленности (профиля, специализации)*

форма обучения
очная
*(очная, очно-заочная, заочная)*

Бирск 2026 г.

Рабочая программа составлена на основании учебного плана основной профессиональной образовательной программы 01.03.02 Прикладная математика и информатика профиль Математическое моделирование и управление процессами и системами, одобренного ученым советом Бирского филиала Уфимского университета науки и технологий (протокол №7 от 27.02.2026 г.) и утвержденного директором Бирского филиала 27.02.2026.

| | | |
|---|---|---|
| Зав.кафедрой кафедры высшей математики и физики *(наименование кафедры разработчика программы)* | *подписано ЭЦП* | Чудинов В.В. |
| Разработчик программы | *подписано ЭЦП* | Гайсин Ф.Р. |
| Руководитель образовательной программы | *подписано ЭЦП* | Бигаева Л.А. |

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

### 1.1. Цель дисциплины

Цель изучения дисциплины: формирование знаний, умений и навыков в области оптимизации процессов, необходимых для выявления естественнонаучной сущности оптимизируемых процессов, применения оптимизационных методов при анализе и управлении современными техническими системами, решения оптимизационных задач, возникающих в практической профессиональной деятельности.

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

Таблица 1. – Результаты обучения по дисциплине

| Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной) | | Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной |
|---|---|---|
| код компетенции | наименование компетенции | |
| ПК-4 | Способен осуществлять моделирование управления процессами планирования и организации производства | ПК-4.1. Демонстрирует знания методов моделирования управления процессами планирования и организации производства |
| | | ПК-4.2. Решает задачи по планированию и организации производства |
| | | ПК-4.3. Осуществляет моделирование управления процессами планирования и организации производства |
| ПК-5 | Способен проводить моделирование и оптимизацию процессов и систем при проектировании автоматизированных систем управления | ПК-5.1. Демонстрирует знания методов моделирования и оптимизации процессов и систем |
| | | ПК-5.2. Применяет методы моделирования и оптимизации процессов и систем |
| | | ПК-5.3. Проводит моделирование и оптимизацию процессов и систем при проектировании автоматизированных систем управления |
| УК-2 | Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и | УК-2.1. Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач |
| | | УК-2.2. Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений |

| | | |
|---|---|---|
| | ограничений | УК-2.3. Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время |

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетные единицы (з.е.), 144 академических часов.

Таблица 2 – Объем дисциплины

| Виды учебной работы | Всего, часов | Количество часов в семестре |
|---|---|---|
| Общая трудоемкость дисциплины | 144 | 5 семестр - 144 |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего) | 70 | 5 семестр - 70 |
| в том числе: | | |
| лекции | 34 | 5 семестр - 34 |
| лабораторные занятия | 18 | 5 семестр - 18 |
| практические занятия | 18 | 5 семестр - 18 |
| Другие виды работ в соответствии с УП: | | |
| контрольная работа | 0 | |
| консультации | 1 | 5 семестр - 1 |
| Самостоятельная работа обучающихся (всего) | 74 | 5 семестр - 74 |
| Из них: | | |
| контроль | 34.8 | |
| ФКР: | | |
| *зачет* | 0 | |
| *зачет с оценкой* | 0 | |
| *курсовая работа (проект)* | 0 | |
| *экзамен* | 1.2 | 5 семестр - 1 |

## 3 Содержание дисциплины

Таблица 3 – Содержание дисциплины

| № п/п | Раздел (тема) дисциплины | Виды деятельности | | | | | Форма текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Лек, час. | Лаб, час. | П, час. | Эк, час. | СРС, час. | |
| 3 курс / 5 семестр | | | | | | | |
| 1 | Раздел 1 | | | | | | |
| 1.1 | Постановка задачи оптимизации.<br><br>Постановка задач оптимизации. Классификация задач оптимизации. Классификация методов оптимизации. | 2 | | | | 4 | Тестирование, Лабораторная работа |
| 1.2 | Методы одномерной оптимизации без использования информации о производной функции | 6 | 4 | 4 | | 4 | Лабораторная работа, Тестирование, Решение задач |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Релаксационная последовательность. Оптимальный пассивный поиск. Методы последовательного поиска (методы интервалов)Метод дихотомии. Метод деления пополам. Метод золотого сечения. Метод Фибоначчи. Методы аппроксимации | | | | | | |
| 1.3 | Методы одномерной оптимизации с использованием информации о производной<br><br>Метод средней точки. Метод Ньютона (метод касательной). Метод секущей. Метод кубической аппроксимации. Сравнение методов оптимизации. | 6 | 4 | 4 | | 6 | Лабораторная работа, Решение задач, Тестирование |
| 2 | Раздел 2 | | | | | | |
| 2.1 | Задачи многомерной оптимизации<br><br>Постановка задач многомерной оптимизации. Теоремы об оценках сходимости методов спуска. | 4 | | 4 | | 6 | Тестирование, Лабораторная работа, Решение задач |
| 2.2 | Методы прямого поиска<br><br>Общая характеристика методов нулевого порядка. Метод покоординатного пуска. Метод Хука – Дживса. Метод вращающихся направлений. Метод поиска по симплексу. Метод сопряженных направлений. | 6 | 4 | 4 | | 6 | Лабораторная работа, Решение задач, Тестирование |
| 2.3 | Методы первого порядка многомерной оптимизации<br><br>Метод наискорейшего спуска (Коши). Методы сопряженных градиентов. Метод Флетчера – Ривса. Метод Поллака – Райвера. | 6 | 3 | 1 | | 6 | Тестирование, Лабораторная работа, Решение задач |
| 2.4 | Методы 2-го порядка (Ньютоновские методы)<br><br>Методы, использующие производные второго порядка. Модификации метода Ньютона. Метод Ньютона-Рафсона. Метод Марквардта. | 4 | 3 | 1 | | 6 | Лабораторная работа, Решение задач, Тестирование |
| 3 | Экзамен | | | | 1 | 36 | |
| Итого по 3 курсу 5 семестру | | 34 | 18 | 18 | 1 | 74 | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Итого по дисциплине | 34 | 18 | 18 | 1 | 74 | |

Таблица 4 – Лабораторные работы

| № п/п | Наименование лабораторных работ | Объем, час. |
|---|---|---|

Таблица 5 – Практические (семинарские) занятия

| № п/п | Наименование семинарских и практических работ | Объем, час. |
|---|---|---|

## 4. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины. Баллы, выставляемые за конкретные виды деятельности представлены ниже.

**Контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости**

**Тестовые задания**

Описание тестовых заданий: тестовые задания включают тесты закрытого типа (с одним правильным ответом), тесты на установлении последовательности и на установление соответствия. Оценка за выполнение тестовых заданий выставляется на основании процента заданий, выполненных студентами в процессе прохождения промежуточного и рубежного контроля знаний

***1) Типовое тестовое задание***

1.Указать, чему равно наибольшее значение функции $y = \frac{1}{x^2}$ на отрезке $[1;3]$:

1. 1
2. 3
3. 4
4. 6

2. Указать, чему равно наибольшее значение функции $y = \sin x$ на отрезке $\left[\frac{\pi}{4};\frac{3\pi}{4}\right]$:

1. 0
2. $\frac{1}{\sqrt{2}}$
3. 1
4. $\frac{\sqrt{3}}{2}$

3. Матрица Гессе для функции $f(X)$, где $X = (x_1, x_2, \ldots, x_n)^T$ составляется из всех частных производных:

1. первого порядка
2. третьего порядка
3. от второго до n- го порядка
4. второго порядка

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения тестовых заданий

Описание методики оценивания выполнения тестовых заданий: оценка за выполнение тестовых заданий ставится на основании подсчета процента правильно выполненных тестовых заданий.
**Критерии оценки (в баллах)**:

- **9-10** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 81 – 100 %;
- **7-8** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 61 – 80 %;
- **4-6** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 41 – 60 %;
- **до 4** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 40 %;

**Решение задач**

Решение задач способствует формированию умений и навыков относящихся к конкретной сфере деятельности
1. Имеет ли функция *f(x)=x*exp(-x)* экстремум в интервале (0,3)? Если имеет, то в какой точке? Имеет ли она минимум в том же интервале, минимум на отрезке [0, 3], и если да, то в какой точке?
2. Проверьте, являются ли унимодальными следующие функции:
а) $fx=x^2-2x-1$ на отрезках [0, 2], [1.5, 2];
б) $fx=||x-1|-1|$ на отрезках [-3,3], [-3,1], [1,3], [0,2].

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания решения задач

Описание методики оценивания выполнения решения задачи: уделяется внимание выбранному алгоритму, рациональному способу решения, правильному применению формул, получению верного ответа.
Критерии оценки
5 баллов выставляется студенту, если: составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении, в выборе формул и решении нет ошибок, получен верный ответ, задача решена рациональным способом.
4 баллов выставляется студенту, если: составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок; правильно сделан выбор формул для решения; есть объяснение решения, но задача решена нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ.
3 баллов выставляется студенту, если: задача понята правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в выборе формул или в математических расчетах; задача решена не полностью или в общем виде.
1 баллов выставляется студенту, если: задача решена неправильно.
0 баллов выставляется студенту, если: задача не решена.

**Лабораторная работа**

Лабораторная работа № 1 Методы одномерного поискаЦель работы Ознакомиться с методами одномерного поиска. Сравнить различные алгоритмы по эффективности на тестовых примерах.Порядок выполнения работы1. Найти аналитическое решение задачи min f(x) при a <= x <= b2. Реализовать методы с различной точностью (согласно вариантам)Варианты 1-3 методы пассивного поиска, золотого сечения, метод Ньюто-на.Варианты 4-7 методы дихотомии, Фибоначчи, секущих.Варианты 8-11 методы деления пополам, Пауэлла, Ньютона. Варианты 12-14 методы золотого сечения, Пауэлла, использование куби-ческой аппроксимации.3. Исследовать их сходимость и провести сравнение по числу вычислений функции для достижения заданной точности.

**Варианты тестовых заданий**

| | |
|---|---|
| 1. $f(x)=\sin(x),\ x\in[-\pi/2,\pi/2]$ | 2. $f(x)=\cos(x),\ x\in[0,\pi]$. |
| 3. $f(x)=(x-2)^2,\ x\in[-2,20]$ | 4. $f(x)=(x-15)^2+5,\ x\in[2,200]$ |
| 5. $f(x)=(x+5)^4,\ x\in[-10,15]$ | 6. $f(x)=e^x,\ x\in[0,100]$ |
| 7. $f(x)=x^2+2x-4,\ x\in[-10,20]$ | 8. $f(x)=x^3-x,\ x\in[0,1]$ |
| 9. $f(x)=x^5-x^2,\ x\in[0,1]$ | 10. $f(x)=-x/e^x,\ x\in[0,3]$ |
| 11. $f(x)=x^4-x,\ x\in[0,1]$ | 12. $f(x)=x^4/\ln x,\ x\in[1.1,1.5]$ |
| 13. $f(x)=xe^{-x},\quad x\in[-2,6]$ | 14. $f(x)=xe^{-2x},\quad x\in[-2,6]$ |

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения лабораторной работы

**Критерии оценки лабораторных работ:**
**ИБ** — исходный балл — для каждой лабораторной работы может быть свой (в зависимости от сложности).

| **Балл** | **Критерии оценки (содержательная характеристика)** |
|---|---|
| **ИБ*0,1** | Работа выполнена полностью. Работа без защиты. |
| **ИБ*0,2** | Работа выполнена полностью. Студент не владеет теоретическим материалом, допуская грубые ошибки, испытывает затруднения в формулировке собственных суждений, неспособен ответить на дополнительные вопросы. |
| **ИБ*0,4** | Работа выполнена полностью. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допуская ошибки по сущности рассматриваемых (обсуждаемых) вопросов, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допускает ошибки при ответе на дополнительные вопросы. |
| **ИБ*0,6** | Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом на минимально допустимом уровне, отсутствуют ошибки при описании теории, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы. |
| **ИБ*0,8** | Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, |

| | |
|---|---|
| | аргументированные суждения, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы. |
| **ИБ** | Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы. |

**Экзаменационные билеты**

Экзамен (зачет) является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций. Структура экзаменационного билета: в билете указывается кафедра в рамках нагрузки которой реализуется данная дисциплина, форма обучения, направление и профиль подготовки, дата утверждения; билет может включать в себя теоретический(ие) вопрос(ы) и практическое задание (кейс-задание).

Примерные вопросы к экзамену, 3 курс / 5 семестр

1. Постановка задачи оптимизации. Основные определения. Классификация задач оптимизации.
2. Минимум функции одной переменной. Унимодальные функции.
3. Выпуклые функции.
4. Классическая минимизация функции одной переменной.
5. Прямые методы одномерной минимизации функции. Метод перебора. Метод поразрядного поиска.
6. Прямые методы одномерной минимизации функции. Метод дихотомии.
7. Прямые методы одномерной минимизации функции. Метод золотого сечения.
8. Прямые методы одномерной минимизации функции. Метод парабол.
9. Методы одномерной минимизации функции. Метод средней точки.
10. Методы одномерной минимизации функции. Метод хорд.
11. Постановка задачи минимизации функции многих переменных. Градиент и матрица Гессе.
12. Квадратичная форма. Виды квадратичных форм. Свойства выпуклых множеств и выпуклых функций.
13. Задача минимизации функции многих переменных. Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума.
14. Критерий Сильвестра проверки достаточных условий экстремума.
15. Критерий проверки необходимых условий экстремума второго порядка.
16. Многомерная минимизация. Метод наискорейшего спуска.
17. Условный экстремум функции многих переменных при ограничениях типа равенств.
18. Условный экстремум функции многих переменных при ограничениях типа неравенств.

Образец экзаменационного билета

| МИНОБРНАУКИ РФ<br>ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ<br>ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ<br>«УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»<br>БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНиТ<br>Кафедра высшей математики и физики | |
|---|---|
| Дисциплина: Методы оптимизации | Курсовые экзамены 20__-20__ г. |

| | |
|---|---|
| очная форма обучения<br>3 курс 5 семестр | Направление 01.03.02 Прикладная математика и информатика<br>Профиль: Математическое моделирование и управление процессами и системами |
| **Экзаменационный билет № 1**<br>1. Минимум функции одной переменной. Унимодальные функции.<br>2. Постановка задачи минимизации функции многих переменных. Градиент и матрица Гессе.<br>3. Решить задачу | |
| Дата утверждения: __.__._____ | Заведующий кафедрой<br>_____ |

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания ответа на экзамене

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.
При оценке ответа на экзамене максимальное внимание должно уделяться тому, насколько полно раскрыто содержание материала, четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий, верно ли использованы научные термины, насколько ответ самостоятельный, использованы ли ранее приобретенные знания, раскрыты ли раскрыты причинно-следственные связи, насколько высокий уровень умения оперирования научными категориями, анализа информации, владения навыками практической деятельности.
**Критерии оценки (в баллах):**
- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;
- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;
- **10-16** баллов выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;
- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:
- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

**Задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

*Промежуточная аттестация* по дисциплине проводится в форме:

5 семестр - экзамен.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах.

*Умения, навыки (или опыт деятельности) и компетенции* проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов.

Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

## Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине при использовании модульно-рейтинговой системы

Критериями оценивания при модульно-рейтинговой системе являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины:

*для экзамена:* текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.

Шкалы оценивания:

*для экзамена:*

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

**Рейтинг-план дисциплины**

Таблица перевода баллов текущего контроля в баллы рейтинга

| | **5** | **5** | **5** | **5** | **5** | **5** | **5** | **5** | **5** | **5** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **0** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **1** | 5 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **2** | | 5 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| **3** | | | 5 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| **4** | | | | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| **5** | | | | | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| **6** | | | | | | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 |
| **7** | | | | | | | 5 | 5 | 4 | 4 |
| **8** | | | | | | | | 5 | 5 | 4 |
| **9** | | | | | | | | | 5 | 5 |
| **10** | | | | | | | | | | 5 |

Рейтинг-план дисциплины представлен в Приложении 1.

## 5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### 5.1. Основная учебная литература


1. Вариационное исчисление и методы оптимизации : учеб. пособ. для студ. матем. спец. и напр. подг. унив-ов / Е.А. Андреева, В.М. Цирулева ; Е. А. Андреева, В. М. Цирулева .— М. : Высшая школа, 2006 .— 584 с.
2. 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. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481034


### 5.2. Дополнительная учебная литература


1. Введение в методы оптимизации : учеб. пособ. / А. В. Аттетков, В. С. Зарубин, А. Н. Канатников .— М. : Финансы и статистика: ИНФРА-М, 2008 .— 269 с.
2. Федунец, Н.И. Методы оптимизации : учебное пособие / Н.И. Федунец, Ю.Г. Черников. - Москва : Горная книга, 2009. - 376 с. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229023
3. Методы оптимизации. Практический курс. Учебное пособие [Электронный ресурс] / Пантелеев А. В. — М. : Логос, 2011 .— 424с. — (Новая университетская библиотека) .— Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему «Университетская библиотека online» .— ISBN 978-5-98704-540-4 .— <URL:http://www.biblioclub.ru/book/84995/>.


### 5.3. Другие учебно-методические материалы

## 6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины**

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/.
2. Электронная библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/.
3. Университетская библиотека онлайн biblioclub.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/.
4. Электронная библиотека УУНиТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elib.bashedu.ru/.
5. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rsl.ru/.
6. Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://xn--90ax2c.xn--p1ai/viewers/.

7. Национальная платформа открытого образования npoed.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://npoed.ru/.
8. Электронное образование Республики Башкортостан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://edu.bashkortostan.ru/.
9. Информационно-правовой портал Гарант.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.garant.ru/.

**Программное обеспечение**

1. Операционная система Astra Linux - Договор 0301400003023000002 от 14 марта 2023 бессрочно
2. Браузер Google Chrome - Бесплатная лицензия https://www.google.com/intl/ru_ALL/chrome/privacy/eula_text.html
3. LIBREOFFICE - Договор №0301400003023000002 от 14.03.2023 (бессрочный)
4. Браузер Яндекс - Бесплатная лицензия https://yandex.ru/legal/browser_agreement/index.html
5. Браузер Яндекс, сервисы яндекс: метрика, wordstat - Бесплатная лицензия https://yandex.ru/legal/browser_agreement/index.html ссылка на лицензию https://yandex.ru/legal/metrica_mobile_agreement/index.html
6. Система дистанционного обучения Moodle - Бесплатная лицензия http://www.gnu.org/licenses/gpl.html
7. Pascalabc, PascalABC.NET - Бесплатная лицензия https://pascal-abc.ru, http://pascalabc.net

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

| Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий | Вид занятий | Наименование оборудования, программного обеспечения |
|---|---|---|
| Аудитория 301 Читальный зал (электронный каталог)(ФМ) | Для самостоятельной работы | Компьютер, мебель.<br>Программное обеспечение<br>1. Браузер Google Chrome<br>2. LIBREOFFICE<br>3. Операционная система Astra Linux |
| Аудитория 302(ФМ) | Лекционная, Семинарская, Для консультаций, Для контроля и аттестации | Доска, компьютер, мебель, проектор.<br>Программное обеспечение<br>1. Операционная система Astra Linux<br>2. Браузер Google Chrome<br>3. LIBREOFFICE |
| Аудитория 311(ФМ) | Лекционная, Семинарская, Для консультаций, Для контроля и аттестации | Доска, компьютер, мебель.<br>Программное обеспечение<br>1. Браузер Яндекс<br>2. Браузер Яндекс, сервисы яндекс: метрика, wordstat |

| | | |
|---|---|---|
| | | 3. Операционная система Astra Linux<br>4. Система дистанционного обучения Moodle<br>5. LIBREOFFICE |
| Аудитория 411(ФМ) | Лекционная, Семинарская, Для консультаций, Для контроля и аттестации | Компьютер, мебель.<br>Программное обеспечение<br>1. Система дистанционного обучения Moodle<br>2. Pascalabc, PascalABC.NET<br>3. Браузер Яндекс<br>4. Браузер Google Chrome<br>5. Операционная система Astra Linux<br>6. LIBREOFFICE |
| Аудитория 412а(ФМ) | Для консультаций, Для хранения оборудования | Компьютер, учебно-методическая литература.<br>Программное обеспечение<br>1. LIBREOFFICE<br>2. Операционная система Astra Linux<br>3. Браузер Google Chrome |
| Аудитория 420(ФМ) | Для самостоятельной работы | Компьютер, нетбук, учебно-методические пособия, учебно-наглядные материалы.<br>Программное обеспечение<br>1. LIBREOFFICE<br>2. Операционная система Astra Linux<br>3. Браузер Google Chrome |