

Направление подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»
Профиль «Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем»
РПД Б1.В.18 «Введение в оптимизацию»



**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора
по учебно-методической работе
филиала ФГБОУ ВО
«НИУ «МЭИ» в г. Смоленске
В.В. Рожков
« 25 » 08 20 18 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ВВЕДЕНИЕ В ОПТИМИЗАЦИЮ

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки: **09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»**

Профиль **«Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем»**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Нормативный срок обучения: **4 года**

Форма обучения: **очная**

Год набора: **2018**

Смоленск

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является подготовка обучающихся по направлению подготовки 09.03.01 "Информатика и вычислительная техника" посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

Задачами дисциплины является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Введение в оптимизацию» относится к части программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Перечень предшествующих дисциплин: является начальной для получения соответствующих компетенций.

Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной:

По УК-2:

Б1.О.13	Правоведение
Б1.В.ДВ.04.01	Методы анализа данных
Б1.В.ДВ.04.02	Прикладная статистика
Б2.В.03(Н)	Научно-исследовательская работа
ФТД.02	Теория принятия решений

По ПК-2:

Б1.В.09	Введение в цифровую обработку сигналов
Б1.В.10	Моделирование
Б1.В.12	Основы теории управления
Б1.В.ДВ.04.01	Методы анализа данных
Б1.В.ДВ.04.02	Прикладная статистика
Б2.В.03(Н)	Научно-исследовательская работа
Б2.В.04(Пд)	Преддипломная практика
Б3.01	Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения
УК-2 Способен опре-	УК-2.1 Определяет круг задач в рамках поставленной цели про-	Знает: источники информации по тематике «Введение в оптимизацию» в библиотечных

<p>делять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</p>	<p>екта, определяет связи между ними</p>	<p>фондах и сети Интернет; общую постановку задачи оптимизации и основные методы поиска экстремума функций. Умеет: выбрать метод поиска экстремума для решения поставленной задачи. Владеет: навыками системного анализа предметной области задач оптимизации, постановки задачи оптимизации, ее формализации.</p>
	<p>УК-2.2 Предлагает способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта</p>	<p>Знает: необходимые и достаточные условия существования экстремума, классический подход для определения положения экстремума; базовые численные методы поиска безусловного и условного экстремума, используемые на практике. Умеет: обосновывать выбор метода решения задачи оптимизации и применяемую информационную технологию решения задачи на основе компьютерной техники. Владеет: навыками решения задач оптимизации с использованием информационной технологии решения задачи средствами компьютерной техники.</p>
	<p>УК-2.3 Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм</p>	<p>Знает: подходы к применению и разработке программных средств решения задач оптимизации с использованием современных инструментальных средств. Умеет: на основе анализа литературы и Интернет-ресурсов по данной тематике обосновать применение информационной технологии для решения поставленных задач; применять различные численные методы оптимизации, основанные на использовании компьютерных технологий; составлять блок-схемы алгоритмов методов оптимизации. Владеет: навыками планирования реализации задач оптимизации на компьютерных ресурсах в заданной среде программирования.</p>
	<p>УК-2.4 Выполняет задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и точками контроля, при необходимости корректирует способы решения задач</p>	<p>Знает: подходы к планированию решения задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами. Умеет: выбрать и обосновать программные инструментальные средства решения задачи; используя один из языков программирования высокого уровня; осуществлять отладку и тестирование программ, реализующих методы оптимизации; применять</p>

		<p>различные математические программные продукты для решения задач оптимизации; обосновывать выводы по решению задач оптимизации</p> <p>Владеет: навыками реализации решения задач оптимизации и контроля процесса реализации на компьютерных ресурсах в заданной среде программирования.</p>
	<p>УК-2.5 Представляет результаты проекта, предлагает возможности их использования и/или совершенствования</p>	<p>Знает: подходы к представлению результатов решения задач оптимизации в отчетной документации.</p> <p>Умеет: представлять результаты решения задач оптимизации в технической документации.</p> <p>Владеет: навыками представления результатов анализа экстремума в техническом отчете.</p>
<p><i>ПК-2</i> <i>Способен с использованием методов анализа данных разрабатывать и исследовать модели объектов, систем и процессов</i></p>	<p>ПК-2.1 Разрабатывает с использованием методов анализа данных модели объектов, систем и процессов</p>	<p>Знает: методы анализа данных, формальные модели объектов и задач оптимизации.</p> <p>Умеет: разрабатывать с использованием методов анализа данных модели объектов и задач оптимизации.</p> <p>Владеет: навыками построения моделей для решения задач оптимизации с одним и многими параметрами, при наличии ограничений.</p>
	<p>ПК-2.2 Исследует с использованием методов анализа данных модели объектов, систем и процессов</p>	<p>Знает: базовые численные методы поиска безусловного экстремума, используемые на практике; численные методы поиска экстремума функций при наличии ограничений возможности программных инструментальных средств по решению задач оптимизации.</p> <p>Умеет: разработать и отладить программное обеспечение решения задачи оптимизации, сделать необходимые выводы, указать достоинства и недостатки выбранного метода поиска экстремума, применяемого при решении поставленной задачи.</p> <p>Владеет: навыками осуществлять отладку и тестирование программ реализующих методы оптимизации; применять различные математические программные продукты для решения задач оптимизации; обосновывать выводы по решению задач оптимизации.</p>

Содержание дисциплины:

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание
1	<p>лекционные занятия 14 шт. по 2 часа:</p> <p>Тема 1. Цели и задачи курса «Введение в оптимизацию». Основные понятия</p> <p>Лекция 1 (2 часа). Вопросы лекции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Дисциплина «Введение в оптимизацию» и ее задачи; 2. Математическая модель задачи оптимизации; 3. Классификация задач оптимизации. <p>Тема 2. Методы одномерной безусловной оптимизации</p> <p>Лекция 2 (2 часа). Вопросы лекции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Постановка задачи одномерного поиска (минимизация функций одной переменной); 2. Классический метод определения экстремума функции одной переменной: необходимое и достаточное условие экстремума целевой функции. Применение классического метода для решения задачи оптимизации. Примеры. <p>Лекция 3 (2 часа). Вопросы лекции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Метод Свена: математические основы метода, графическая интерпретация метода, алгоритм, примеры; 2. Метод дихотомии или метод деления отрезка пополам: математические основы метода, графическая интерпретация метода, алгоритм, примеры. 3. Метод золотого сечения: математические основы метода, графическая интерпретация метода, алгоритм, примеры; <p>Лекция 4 (2 часа). Вопросы лекции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Метод квадратичной аппроксимации (метод Пауэлла): математические основы метода, графическая интерпретация метода, алгоритм, примеры. 2. Сравнение рассмотренных методов одномерной безусловной оптимизации. <p>Тема 3. Методы многомерной безусловной оптимизации</p> <p>Лекция 5 (2 часа). Вопросы лекции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Постановка задачи многомерного поиска (минимизация функций многих переменных); 2. Классический метод определения экстремума функции многих переменных: необходимое и достаточное условие экстремума целевой функции. Применение классического метода для решения задачи оптимизации. <p>Лекция 6 (2 часа). Вопросы лекции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Методы многомерной безусловной оптимизации нулевого порядка. 2. Симплекс-метод. Математические основы метода, графическая интерпретация метода, алгоритм метода. <p>Лекция 7 (2 часа). Вопросы лекции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Метод покоординатного спуска; 2. Метод Хука-Дживса: математические основы метода, графическая

	<p>интерпретация метода, алгоритм, примеры.</p> <p>Лекция 8 (2 часа). Вопросы лекции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Метод Нелдера-Мида: математические основы метода, графическая интерпретация метода, алгоритм, примеры. 2. Методы многомерной безусловной оптимизации первого порядка. Обзор методов оптимизации первого порядка без ограничений; <p>Лекция 9 (2 часа). Вопросы лекции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Методы сопряженных направлений и сопряженных градиентов; 4. Метод Флетчера-Ривса: математические основы метода, графическая интерпретация метода, алгоритм, примеры. <p>Лекция 10 (2 часа). Вопросы лекции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Методы многомерной безусловной оптимизации второго порядка. Обзор методов оптимизации второго порядка без ограничений; 2. Метод Ньютона (метод Ньютона с постоянным шагом): математические основы метода, графическая интерпретация метода, алгоритм, примеры; 3. Метод Ньютона-Рафсона (метод Ньютона с переменным шагом): математические основы метода, графическая интерпретация метода, алгоритм, примеры. 4. Сравнение рассмотренных методов многомерной безусловной оптимизации. <p>Тема 4. Методы решения задач оптимизации с ограничениями</p> <p>Лекция 11 (2 часа). Вопросы лекции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ограничения в виде равенств. Метод множителей Лагранжа: математические основы метода, примеры. 2. Ограничения в виде неравенств. Условия Куна-Таккера, примеры. <p>Лекция 12 (2 часа). Вопросы лекции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Численные методы поиска условного экстремума. Методы штрафных и барьерных функций; 2. Метод штрафных функций: математические основы метода, графическая интерпретация метода, алгоритм, примеры. <p>Тема 5. Линейное программирование</p> <p>Лекция 13 (2 часа). Вопросы лекции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Постановка задачи линейного программирования. Условия существования и свойства оптимальных решений задачи линейного программирования. 2. Графическое решение задачи линейного программирования. Примеры. 3. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования: математические основы метода, алгоритм, примеры. <p>Тема 6. Введение в вариационное исчисление</p> <p>Лекция 14 (2 часа). Вопросы лекции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Общая постановка задачи и основные положения; <p>Классические вариационные задачи. Методы решения вариационных задач. Уравнение Эйлера.</p>
2	<p>Лабораторные работы: 6 работ по 4 часа, дополнительное аудиторное время для защиты работ 2 часа.</p> <p>Лабораторная работа №1. Одномерный поиск минимума унимодальных функций:</p>

<p>метод Свена и метод дихотомии (4 часа) Цель работы – изучение методов одномерной минимизации функций одной переменной. В ходе работы решаются задачи:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Выполнить программную реализацию алгоритма для метода Свена;2. Используя метод Свена, локализовать интервал функции, содержащий минимум;3. Выполнить программную реализацию алгоритма для метода дихотомии;4. Определить с помощью метода дихотомии точки минимума функций и количество итераций, необходимых для достижения заданной точности. <p>Лабораторная работа №2. Одномерный поиск минимума унимодальных функций: метод золотого сечения (4 часа) Цель работы – изучение метода золотого сечения для одномерной минимизации функций одной переменной. В ходе работы решаются задачи:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Используя метод Свена, локализовать интервал функции, содержащий минимум;2. Выполнить программную реализацию алгоритма для метода золотого сечения;3. Определить с помощью метода золотого сечения точки минимума функций и количество итераций, необходимых для достижения заданной точности. <p>Лабораторная работа №3. Одномерный поиск минимума унимодальных функций: метод Фибоначчи (4 часа) Цель работы – изучение метода Фибоначчи для одномерной минимизации функций одной переменной. В ходе работы решаются задачи:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Используя метод Свена, локализовать интервал функции, содержащий минимум;2. Выполнить программную реализацию алгоритма для метода Фибоначчи;3. Определить с помощью метода Фибоначчи точку минимума функций) и количество итераций, необходимых для достижения заданной точности. <p>Лабораторная работа №4. Одномерный поиск минимума унимодальных функций: метод Пауэлла (8 часов) Цель работы – изучение метода квадратичной интерполяции – метода Пауэлла для одномерной минимизации функций одной переменной. В ходе работы решаются задачи: Часть 1 (4 часа):</p> <ol style="list-style-type: none">1. Выполнить программную реализацию алгоритма для метода Пауэлла;2. Определить с помощью метода Пауэлла точку минимума функций; <p>Часть 2 (4 часа):</p> <ol style="list-style-type: none">3. Сравнить показатели сходимости методов дихотомии, золотого сечения, Фибоначчи, Пауэлла: число итераций для достижения заданной точности нахождения минимума функций, трудоемкость вычислений. Для всех алгоритмов используются одни и те же функции. Сравнить экспериментально полученные значения показателей с теоретическими значениями, сделать соответствующие выводы. <p>Лабораторная работа №5. Поиск минимума многомерной функции: метод Хука-Дживса (4 часа) Цель работы – изучение метода Хука-Дживса, применяемого для поиска экстремума многомерной функции.</p>

	<p>В ходе работы решаются задачи:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выполнить программную реализацию алгоритма для метода Хука-Дживса; 2. Определить с помощью метода Хука-Дживса точку минимума функций. <p>Лабораторная работа №6. Поиск минимума многомерной функции: метод Нелдера-Мида (4 часа)</p> <p>Цель работы – изучение метода Нелдера-Мида, применяемого для поиска экстремума многомерной функции.</p> <p>В ходе работы решаются задачи:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выполнить программную реализацию алгоритма для метода Нелдера-Мида; 2. Определить с помощью метода Нелдера-Мида точку минимума функций. <p>Дополнительно выделенное время для защиты лабораторных работ (2 часа).</p>
3	<p>Самостоятельная работа:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подготовка к контрольным работам (5 работ): Контрольная работа 1. Модели задач оптимизации: формализовать описание задачи оптимизации (заданное в терминологии предметной области) в вид математической модели. Контрольная работа 2. Найти минимум заданной функции двух переменных при наличии ограничений в виде равенств с использованием метода множителей Лагранжа. Контрольная работа 3. Составить условия Куна-Таккера для заданной функции двух переменных при наличии ограничений в виде неравенств. Контрольная работа 4. Решить задачу линейного программирования графическим методом. Контрольная работа 5. Решение элементарных задач вариационного исчисления. 2. Самостоятельное изучение материала: Тема 2: Метод Фибоначчи: математические основы метода, графическая интерпретация метода, алгоритм, примеры. Тема 3: Метод Дэвидона-Флетчера-Пауэлла Тема 6: Математические основы методов линейного целочисленного программирования. Метод Гомори. 3. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ (6 работ). 4. Подготовка к зачету по дисциплине с использованием оценочных материалов, приведенных в разделе 6 настоящей РПД

Текущий контроль:

- проверка дополнительных теоретических материалов;
- проверка отчетов по лабораторным работам и защита лабораторных работ;
- проверка контрольных работ;

Результаты текущего контроля фиксируются с использованием трехбалльной системы (0, 1, 2) при проведении контрольных недель по графику филиала в течение семестра, а также учитываются преподавателем при осуществлении промежуточной аттестации по настоящей дисциплине.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Таблица - Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной занятий по дисциплине

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1	Лекции	Классическая (традиционная, информационная) лекция
2	Лабораторные работы	Технология выполнения лабораторных заданий: индивидуально. Технология проблемного обучения на основе анализа результатов лабораторной работы: индивидуальный опрос, представление студентом результатов лабораторной работы в форме отчета.
3	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине).
4	Контроль (промежуточная аттестация: зачет с оценкой)	Технология устного опроса.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ – ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

К промежуточной аттестации студентов по дисциплине могут привлекаться представители работодателей, преподаватели последующих дисциплин, заведующие кафедрами.

Оценка качества освоения дисциплины включает как текущий контроль успеваемости, так и промежуточную аттестацию.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости:

Вопросы к зачету:

1. Задача оптимизации. Объект оптимизации.
2. Построение математической модели задачи оптимизации.
3. Классификация задач оптимизации.
4. Необходимое и достаточное условие минимума функции одной переменной.
5. Классический метод минимизации функции одной переменной без ограничений.
6. Интервал неопределенности. Метод Свена.
7. Метод дихотомии.
8. Метод золотого сечения.
9. Метод Фибоначчи.
10. Метод Пауэлла.
11. Сравнение методов безусловной одномерной оптимизации.
12. Безусловная минимизация функции многих переменных без ограничений: линии уровня, необходимое и достаточное условие минимума функции. Понятие о седловых точках.
13. Стратегия методов безусловной оптимизации.
14. Наиболее распространенные критерии для завершения поиска.
15. Классификация итерационных методов задач оптимизации и оценка их эффективности.
16. Классический метод минимизации функции многих переменных без ограничений.
17. Методы нулевого порядка минимизации функции многих переменных без ограничений. Общая характеристика методов нулевого порядка.
18. Симплекс метод.
19. Метод Хука-Дживса (алгоритм, блок-схема).
20. Метод Нелдера-Мида (деформируемого многогранника). Алгоритм, блок-схема.
21. Методы первого порядка минимизации функции многих переменных без ограничений. Метод покоординатного спуска.
22. Метод наискорейшего спуска.
23. Методы сопряженных направлений. Общая схема методов сопряженных направлений.
24. Методы сопряженных градиентов. Метод Флетчера - Ривса (алгоритм, блок-схема).
25. Методы второго порядка минимизации функции многих переменных без ограничений. Квадратичные функции. Метод Ньютона (алгоритм, блок-схема).
26. Метод Ньютона-Рафсона с переменным шагом (алгоритм, блок-схема).
27. Сравнение методов многомерной безусловной оптимизации.
28. Постановка задачи оптимизации при наличии ограничений типа равенств.
29. Метод неопределенных множителей Лагранжа.
30. Линейное программирование.
31. Примеры задач линейного программирования.
32. Графическое решение задач оптимизации.
33. Симплекс метод решения задач линейного программирования.
34. Постановка задачи оптимизации при наличии ограничений типа неравенств. Условия Куна-Такера.
35. Методы штрафных функций.
36. Методы барьерных функций.
37. Вариационное исчисление. Общая постановка задачи и основные положения.
38. Необходимые условия локального экстремума функционала.
39. Уравнение Эйлера.
40. Алгоритм применения необходимых условий экстремума функционала.
41. Достаточные условия экстремума функционала (слабый и сильный экстремумы).

Примеры заданий к контрольным работам:

1. Производственная задача. Цех может производить стулья и столы. На производство стула идет 5 единиц материала, на производство стола - 20 единиц (футов красного дерева). Стул требует 10 человеко-часов, стол - 15. Имеется 400 единиц материала и 450 человеко-часов. Прибыль при производстве стула – 45 руб., при производстве стола - 80 руб. Сколько надо сделать стульев и столов, чтобы получить максимальную прибыль?

Обозначим: X_1 - число изготовленных стульев, X_2 - число сделанных столов. Задача оптимизации имеет вид:

$$\begin{aligned} 45 X_1 + 80 X_2 &\rightarrow \max, \\ 5 X_1 + 20 X_2 &\leq 400, \\ 10 X_1 + 15 X_2 &\leq 450, \\ X_1 &\geq 0, \\ X_2 &\geq 0. \end{aligned}$$

2. Решить задачу с использованием метода множителей Лагранжа:

Минимизировать $f(x) = x_1^2 + x_2^2$ при ограничении $g(x) = 2x_1 + x_2 - 2 = 0$

3. Составить условия Куна-Таккера для следующей задачи:

$$\begin{aligned} f(x) = 18x_1 + 12x_2 - 2x_1^2 - x_2^2 - 2x_1x_2 &\rightarrow \min \\ x_1 + x_2 &\leq 4, \\ x_1 + 1/2x_2 &\geq 1, \\ x_1 \geq 0, x_2 &\geq 0. \end{aligned}$$

4. Решить задачу линейного программирования графическим методом:

А) $f(x) = x_1 - x_2 \rightarrow \min$

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 \geq 0 \\ x_1 + x_2 \leq 4 \\ x_{1,2} \geq 0 \end{cases}$$

Б) $f(x) = x_1 + x_2 \rightarrow \max$

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 \leq 6 \\ 3x_1 + 2x_2 \leq 6 \\ x_{1,2} \geq 0 \end{cases}$$

5. Требуется найти экстремаль функционала

$$J(y) = \int_0^1 (y'^2 + 12xy) dx \rightarrow \text{extr}$$

при граничных условиях

$$\begin{cases} y(0) = 0; \\ y(1) = 1. \end{cases}$$

В филиале используется система с традиционной шкалой оценок – "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно", "зачтено", "не зачтено" (далее - пятибалльная система).

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине – *зачет с оценкой*.

Применяемые критерии оценивания по дисциплинам (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практическое задание. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «эталонный».
«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющему предусмотренные задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнивший практическое задание, но допустивший при этом не принципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «продвинутый».
«удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, знакомому с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившему погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившему другие практические задания из того же раздела дисциплины. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «пороговый».
«неудовлетворительно»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
но»/ не зачтено	ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Для проведения лекционных занятий используется учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: персональным компьютером (ноутбуком); переносным (стационарным) проектором.

Для проведения занятий лабораторного типа используется учебная аудитория для лабораторных работ, выполняемых в компьютерном классе, оснащенная специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами, связанными локальной вычислительной сетью с подключением к сети Интернет и доступом в ЭИОС филиала, укомплектованная стойкой с активным сетевым оборудованием (коммутаторами и маршрутизаторами).

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине используется помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами с подключением к сети Интернет и доступом в ЭИОС филиала.

Программное обеспечение

При проведении лекционных занятий предусматривается использование пакета Microsoft Office (система для подготовки и проведения презентаций Microsoft Power Point).

При проведении лабораторных работ студентами предусматривается использование среды разработки Delphi в составе Embarcadero RAD Studio и текстового редактора Microsoft Word для оформления отчетов.

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- зачёт проводится в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- зачёт проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- зачёт проводится в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере;
- используется специальная учебная аудитория для лиц с ЛОВЗ – ауд. 106 главного учебного корпуса по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр-д, д.1, здание энергетического института (основной корпус).

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены филиалом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
 - в форме электронного документа.
- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**
- в печатной форме;
 - в форме электронного документа;
 - в форме аудиофайла.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература.

1. Пантелеев А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах : Учеб. пособие для студентов вузов / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова .— 4- е изд., испр. — Изд-во Лань, 2015 .— 512 с. : ил. [Режим доступа - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=67460]
2. Летова Т. А. , Пантелеев А. В. Методы оптимизации. Практический курс: учебное пособие - М.: Логос, 2011. - 424 с. [Режим доступа - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84995&sr=1>]

Дополнительная литература.

1. Пантелеев А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах: Учеб. пособие для студентов вузов / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова .— 2- е изд., испр. — М. : Высш. шк., 2005 .— 544 с. : ил. (25 экз. аб.)
2. Алексеев В.М., Галеев Э.М., Тихомиров В.М. Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи –М.: Физматлит, 2011. – 256 с. [Режим доступа - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2097]
3. Кремлёв А. Г. Методы оптимизации: учебное пособие - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2012. – 192 с. [Режим доступа - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=239827&sr=1>]
4. Лесин В. В., Лисовец Ю. П. Основы методов оптимизации — Изд-во Лань, 2011. - 352 с. [Режим доступа - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1552]

Список авторских методических разработок.

Гаврилов А.И, Свириденков К.И. Методические указания к лабораторным работам по курсу «ВВЕДЕНИЕ В ОПТИМИЗАЦИЮ» – Смоленск: филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске. Расположение – доступна на ресурсах кафедры для учебного процесса, ауд. Б-209, в стадии подготовки к изданию.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Но- мер изме- мене- ния	Номера страниц				Всего стра- ниц в доку- менте	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего измене- ния в данный эк- земпляр	Дата внесения из- менения в данный эк- земпляр	Дата введения из- менения
	изме- нен- ных	заме- нен- ных	но- вых	анну- лиро- ванн- ых					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10