

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Лысьвенский филиал федерального государственного автономного
образовательного учреждения
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Теория оптимизации»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

**Направленность (профиль)
образовательной
программы:** Автоматизированный электропривод и
робототехнические комплексы

Квалификация выпускника: «Бакалавр»

Выпускающая кафедра: Общенаучных дисциплин

Форма обучения: Очная, очно-заочная, заочная

Курс: 4 (очная форма обучения) **Семестр: 7**

Курс: 4 (очно-заочная форма обучения) **Семестр: 7**

Курс: 4 (заочная форма обучения) **Семестр: 7**

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану: 108 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Зачёт: 7 семестр (очная форма обучения)
Зачёт: 7 семестр (очно-заочная форма обучения)
Зачёт: 7 семестр (заочная форма обучения)

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД, освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (7-го семестра (очная форма обучения), 7-го семестра (очно-заочная форма обучения) и 7-го семестра (заочная форма обучения) учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим занятиям и зачёта. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный		Итоговый
	С	ТО	ОПЗ		Зачёт
Усвоенные знания					
3.1 Знать основы теории одно- и многопараметрической оптимизации; численные методы решения оптимизационных задач; методы и средства задач анализа и синтеза объектов в технической среде; методы исследования, правила и условия выполнения работ по оптимизации электротехнической продукции.	С1	ТО1			ТВ
3.2 Знать критерии и методы оптимизации, используемые при реализации экспериментальных исследований; методики проведения эксперимента с обработкой и анализом их результатов; методики описания выполненных исследований		ТО2			ТВ
Освоенные умения					
У.1 Уметь ставить цели проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры их взаимосвязей; выбирать на основе оптимального проектирования параметры проектируемых электротехнических			ОПЗ-1 ОПЗ-2		ПЗ

изделий.					
У.2 Уметь проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов; применять методы математического анализ и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в области электроэнергетики.			ОПЗ-2 ОПЗ-3 ОПЗ-4 ОПЗ-5		ПЗ
Приобретённые владения					
В.1 Владеть навыками выбора метода решения задач линейного и нелинейного программирования; навыками организации процессов внедрения результатов исследований и разработок в области электроэнергетики и электротехники; навыками проведения комплексного технико-экономического анализа для обоснованного принятия решений, связанных с созданием электротехнических изделий с оптимальными параметрами.			ОПЗ-3 ОПЗ-6		ПЗ
В.2 Владеть навыками проведения экспериментов и описания выполненных исследований.			ОПЗ-3 ОПЗ-4 ОПЗ-5 ОПЗ-6		ПЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ОПЗ – отчёт по практическому занятию; Т/КР – рубежное тестирование (рубежная контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в форме зачёта, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчётов по лабораторным и практическим работам, рефератов, эссе и т. д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого

контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-бальной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты практических занятий и рубежных контрольных работ (после изучения модулей учебной дисциплины).

2.2.1. Защита практических занятий

Всего запланировано 8 практических занятия. Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

Защита практического занятия проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины.

Первая КР по модулю 1 «Основы линейной алгебры» и «Теоретические основы теории оптимизации», вторая КР – по модулю 2 «Математические модели оптимизации» и «Теория оптимального управления».

Типовые задания первой КР:

1. Дать определение следующим понятиям: Скаляры и векторы, их свойства. Скалярное и векторное произведение. Евклидово пространство. Норма вектора. Матрицы, их свойства. Нормы, определитель, миноры и ранг матрицы. Операции над векторами и матрицами.

2. Дать определение следующим понятиям: Элементы теории множеств. Линейные множества. Выпуклые множества. Выполнить постановку задачи оптимизации, постановку обобщенной задачи оптимизации

Типовые задания второй КР:

1. Решить задачи из раздела «Математические модели оптимизации» по заданию преподавателя.

2. Решить задачи из раздела «Теория оптимального управления» по заданию преподавателя.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех практических занятий и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

2.3.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачёта. Зачёт по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачёта приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Евклидово пространство. Норма вектора.
2. Матриц: норма и ранг матрицы.
3. Множества (пространства), подмножества (подпространства), свойства множеств. Линейные множества. Выпуклые множества.
4. Функции. Классификация функций: непрерывные, разрывные, дискретные, монотонные, унимодальные, выпуклые, вогнутые, псевдовыпуклые, псевдовогнутые функции.
5. Постановка обобщенной задачи оптимизации. Критерии (целевые функции) оптимизации. Однокритериальные и многокритериальные задачи оптимизации. Условная и безусловная оптимизация. Локальный и глобальный экстремум. Условия оптимальности. Критерий Сильвестра.
6. Классификация задач математического программирования: линейное, выпуклое, нелинейное, целочисленное, стохастическое программирование.
7. Рекуррентный метод решения задач математического программирования.
8. Методы решения задач линейного и выпуклого программирования. Постановка оптимизационных задач как задач линейного и выпуклого программирования. Симплексный метод. Метод возможных перемещений. Метод искусственного базиса (М-метод).

9. Численные методы решения задач одномерной оптимизации: методы равномерного поиска и поразрядного приближения. Метод дихотомии (деления интервала пополам). Метод секущих. Метод касательных. Метод золотого сечения. Метод Ньютона-Рафсона. Методы квадратичной и кубической аппроксимации (интерполяции-экстраполяции). Метод стохастической аппроксимации.

10. Численные методы решения задач многомерной оптимизации: метод наискорейшего спуска (градиентный метод). Методы координатного спуска (Гаусса-Зайделя). Методы координатного спуска (спирального координатного спуска, координатного спуска с квадратичной интерполяцией-экстраполяцией). Метод многомерной стохастической аппроксимации.

11. Методы условной оптимизации: метод подстановки, метод проекций, метод штрафных функций, метод Лагранжа

12. Методы решения вариационных задач. Постановка вариационной задачи как задачи синтеза оптимального управления динамическим объектом. Критерии оптимальности.

13. Оптимальное управление Принцип максимума. Динамическое программирование. Вычислительные аспекты решения задач методом динамического программирования.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений и типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Методы решения задач линейного и выпуклого программирования. Постановка оптимизационных задач как задач линейного и выпуклого программирования. Симплексный метод. Метод возможных перемещений. Метод искусственного базиса (М-метод).

1. Решить задачу графическим методом (найти оба экстремума целевой функции).

$$4x_1 + x_2 \rightarrow \max(\min)$$

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 \leq 24, \\ -8x_1 + 3x_2 \leq 24, \\ 2x_1 - 3x_2 \leq 12, \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0. \end{cases}$$

2. Решить задачу линейного программирования (найти оба экстремума):

а) симплекс-методом;

б) методом искусственного базиса (М-метод).

$$\begin{aligned} & -3x_1 + x_2 + 2x_3 \rightarrow \max(\min) \\ & \begin{cases} -x_1 + x_2 + 2x_3 = 2, \\ -x_1 \quad \quad -x_3 \geq -4, \\ x_1 + x_2 + x_3 \geq 6, \\ x_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, 3). \end{cases} \end{aligned}$$

2. Постановка обобщенной задачи оптимизации. Критерии (целевые функции) оптимизации. Однокритериальные и многокритериальные задачи оптимизации. Условная и безусловная оптимизация. Локальный и глобальный экстремум. Условия оптимальности. Критерий Сильвестра.

1. Исследовать функцию $f(X)$ на безусловный экстремум:

а) $f(X) = -x_1^2 - 2x_2^2 - 3x_3^2 - x_1 - 2x_2 + x_1x_2$;

б) $f(X) = 2x_1^2 + 2x_2^2 + 3x_3^2 - 2x_1 + 3x_2 + 2x_1x_3$;

в) $f(X) = x_1^2 + 2x_2^2 - x_3^2 + 4x_1 + x_2 - 2x_1x_2$.

2. Исследовать на условный экстремум функцию:

а) $f(X) = x_1 + x_2 \rightarrow \text{extr}$, $x_1^2 + x_2^2 - 8 = 0$.

б) $f(X) = (x_1 - 2)^2 + x_2^2 \rightarrow \text{extr}$, $\begin{cases} x_1^2 + x_2^2 - 4 \leq 0, \\ -x_1 \leq 0. \end{cases}$

в) $f(X) = x_1^2 + (x_2 - 4)^2 \rightarrow \text{extr}$, $\begin{cases} x_1^2 + (x_2 + 4)^2 = 16, \\ x_1^2 + x_2^2 \leq 4. \end{cases}$

3. Численные методы решения задач многомерной оптимизации: метод наискорейшего спуска (градиентный метод). Методы координатного спуска (Гаусса-Зайделя). Методы координатного спуска (спирального координатного спуска, координатного спуска с квадратичной интерполяцией-экстраполяцией).

1. Решить задание 1а) методом градиентного спуска.

2. Решить задание 1б) методом Ньютона.

3. Решить задание 2а) методом проекции градиента.

4. Методы решения вариационных задач. Постановка вариационной задачи как задачи синтеза оптимального управления динамическим объектом. Критерии оптимальности.

Типовое задание индивидуальной работы № 3:

1. Найти экстремали функционалов:

а) $I[y(x)] = \int_{-1}^3 y'(1 + x^2 y') dx$;

б) $I[y(x)] = \int_1^2 [16y^2 - (y'')^2 + x^2] dx$.

2. Найти экстремали функционалов:

а) $I[y(x)] = \int_0^2 [(y')^2 + 2yy' - 16y^2] dx$, $y(1)=1$, $y(2)=2$

б) $I[y(x)] = \int_1^\pi (y')^2 dx$, при $\int_1^\pi y^2 dx = 1$, $y(0)=y(\pi)=0$.

5. Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума функции многих переменных.

Исследовать на безусловный экстремум функцию:

$$f(x_1, x_2, x_3) = 2x_1^2 + 2x_2^2 + 3x_3^2 - 2x_1 + 3x_2 + 2x_1x_3;$$

6. Методы первого и второго порядка: методы градиентного спуска с по-

стоянным шагом и метод Ньютона.

Найти локальный минимум функции

$$f(x_1, x_2) = 3x_1^2 + 2x_1x_2 + 2x_2^2.$$

- а) методом градиентного спуска с постоянным шагом;
- б) методом Ньютона.

7. Дана функция нескольких переменных:

$$f(x_1, x_2, x_3) = 2x_1^2 + 2x_2^2 + 3x_3^2 - 2x_1 + 3x_2 + 2x_1x_3;$$

1. Найти безусловный экстремум функции общими методами.
2. Найти безусловный экстремум функции двумя численными методами. Выделить из них наиболее эффективный. Ответ обосновать.
3. Какой из всех применённых методов решения задачи на Ваш взгляд наиболее уместен? Ответ обосновать.

2.3.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачёте

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь и владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится в режиме «зачтено» и «не зачтено».

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачёта для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС бакалаврской программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и дисциплинарных компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачёте считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачёта используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.