

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Чайковский филиал  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**  
Кафедра автоматизации, информационных и инженерных технологий

**УТВЕРЖДАЮ**

Исполняющий обязанности  
директора, заместитель директора  
по учебной работе ЧФ ПНИПУ  
\_\_\_\_\_ Н. М. Куликов

«04» 09 \_\_\_\_\_ 2020 г.

**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:** Электроснабжение

**Квалификация выпускника:** «бакалавр»

**Выпускающая кафедра:** кафедра автоматизации, информационных и инженерных технологий

**Форма обучения:** очно-заочная

**Курс:** 5 **Семестр:** 9

**Трудоёмкость:**

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

**Форма промежуточной аттестации:**

Зачет: 9 семестр.

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины «Теория оптимизации». 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 (9-ой семестр учебного плана) и разбито на 3 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, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, выполнении практических работ, индивидуальных заданий и самостоятельной работы. Виды контроля сведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный		Итоговый
	С	ТО	ОПР	Т/КР	
<b>Усвоенные знания</b>					
<b>3.1</b> знать основы теории одно- и многопараметрической оптимизации	С	ТО	ОПР 1	Т, ИЗ 1	Выполнение и успешная защита всех видов работ
<b>3.2</b> знать критерии и методы оптимизации, используемые при реализации экспериментальных исследований	С	ТО	ОПР	Т, ИЗ	
<b>3.3</b> знать численные метода решения оптимизационных задач	С	ТО	ОПР	Т, ИЗ	
<b>3.4</b> знать методы проведения технических расчётов и определения экономической эффективности исследований	С	ТО	ОПР	Т, ИЗ	
<b>3.5</b> знать методики проведения эксперимента с обработкой и анализом их результатов	С	ТО	ОПР	Т, ИЗ	
<b>3.6</b> знать методики описания выполненных исследований	С	ТО	ОПР	Т, ИЗ	
<b>Освоенные умения</b>					
<b>У.1</b> уметь ставить цели проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях,			ОПР	ИЗ	Выполнение и успешная

ограничениях, разработке структуры их взаимосвязей					защита всех видов работ
<b>У.2</b> уметь проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов			ОПР	ИЗ	
<b>У.3</b> уметь применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования			ОПР	ИЗ	
<b>Приобретенные владения</b>					
<b>В.1</b> владеть навыками описания выполненных исследований			ОПР	ИЗ	Выполнение и успешная защита всех видов работ
<b>В.2</b> владеть навыками выбора метода решения задач линейного и нелинейного программирования			ОПР	ИЗ	
<b>В.3</b> владеть приёмами исследования, поиском оптимального решения для осуществления поставленной задачи			ОПР	ИЗ	
<b>В.5</b> владеть навыками проведения комплексного технико-экономического анализа для обоснованного принятия решений в области электроэнергетики			ОПР		

*С – собеседование по теме; ТО – теоретический опрос; ОПР – отчет по практической работе; ИЗ – индивидуальное задание; Т – рубежное тестирование.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учетом 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 в ЧФ 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 отчетов по лабораторным 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 опроса и анализа усвоения материала предыдущей лекции, собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной 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, усвоенных умений и приобретенных владений проводится в форме защиты практических работ, индивидуальных заданий.

### **2.2.1. Защита практических работ**

Всего запланировано 6 практических работ. Типовые темы практических работ приведены в РПД.

Защита практической работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценивания уровня освоения дисциплинарных частей компетенций, приобретаемых при выполнении практических работ описаны в документе «Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по основной профессиональной образовательной программе бакалавриата. Общая часть», пункт 4.

Примеры типовых заданий на практические работы представлены в Приложении 1 данного документа.

### **2.2.2. Индивидуальные задания**

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту. Согласно РПД запланировано 4 индивидуальных задания (ИЗ) после освоения студентами соответствующих тем модулей 1, 2, 3 дисциплины.

Типовые шкала и критерии оценивания уровня освоения дисциплинарных частей компетенций, приобретаемых при выполнении индивидуальных заданий описаны в документе «Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по основной профессиональной образовательной программе бакалавриата. Общая часть», пункт 4.

Методические предписания к выполнению индивидуальных заданий и фонды типовых заданий включены в состав УМКД на правах отдельных документов. Примеры типовых индивидуальных заданий по темам представлены в Приложении 2 данного документа.

### **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех практических работ, индивидуальных заданий и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля. Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в форме зачета.

#### **2.3.1. Порядок организации зачета по дисциплине**

Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания, критерии и шкалы выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета описаны в документе «Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по основной профессиональной образовательной программе бакалавриата. Общая часть», пункт 5.2.1.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и дисциплинарных компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций**

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.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета без дополнительного аттестационного испытания используются типовые критерии, приведенные в документе «Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по основной профессиональной образовательной программе бакалавриата. Общая часть», пункт 5.2.1. Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены там же.

**Типовые задания на практические работы для проверки умений и владений**

**Практическая работа 1.** Метод деления отрезка пополам и метод касательных минимизации функций одной переменной.

1. Найти минимальное значение функции на заданном отрезке с заданной точностью методом деления отрезка пополам:

$$f(x) = x \cdot \sin x + 2 \cos x, \quad [-5; -4], \quad \varepsilon = 0,02.$$

2. Найти минимальное значение функции на заданном отрезке с заданной точностью методом касательных, предварительно убедившись в выпуклости функции:

$$f(x) = x - \ln x, \quad [0,1; 2], \quad \varepsilon = 0,01.$$

**Практическая работа 2.** Симплексный метод решения задач ЛП.

Решить задачу симплекс-методом. Дать геометрическую интерпретацию процесса решения:

$$f = 2x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} -2x_1 + 5x_2 \leq 30, \\ 2x_1 + 3x_2 \leq 34, \\ 3x_1 - x_2 \leq 18. \end{cases}$$

$$x_{1,2} \geq 0$$

**Практическая работа 3.** Транспортная задача линейного программирования.

Методом потенциалов найти план перевозок, имеющий минимальную стоимость. Данные транспортной задачи приведены в таблице. В ней  $a_1, a_2, a_3, a_4$  – запасы груза в пунктах отправления;  $b_1, b_2, b_3, b_4$  – потребности в грузах в пунктах назначения,  $c_{ij}$  – стоимость перевозки единицы груза из  $i$ -го пункта отправления в  $j$ -й пункт назначения.

$a_i \backslash b_j$	40	85	25	50
35	9	3	6	5
70	4	10	11	8
65	2	2	3	9
30	3	4	9	12

**Практическая работа 4.** Целочисленное программирование.

Найти оптимальное целочисленное решение задачи методом ветвей и границ.

1.  $f = 6x_1 + 5x_2 \rightarrow \max$

$$\begin{cases} 2x_1 + 4x_2 \leq 12 \\ 3x_1 + 2x_2 \leq 15 \\ x_{1,2} \geq 0, \text{целые} \end{cases}$$

**Практическая работа 5.** Принятие решений в условиях риска и неопределенности.

Определив критерий эффективности системы, построить матрицу эффективности (платежную матрицу). Для каждой задачи найти решение, используя критерии Лапласа, Вальда, Сэвиджа, Гурвица, среднего выигрыша. Сравнить полученные результаты.

1. За некоторый промежуток времени на предприятии потребление исходного сырья в зависимости от его качества составляет 10, 11 или 12 ед. Если для выпуска запланированного объема основной продукции сырья окажется недостаточно, тот запас его можно пополнить, закупив по цене 5 ден. ед. за ед. сырья. Если же запас сырья превысит потребности, то затраты на содержание и хранение остатка составят 2 ден. ед. на ед. сырья. Дать рекомендации по оптимальному уровню запаса сырья на предприятии, исходя из уровня дополнительных затрат.

**Практическая работа 6.** Динамическое программирование.

Решить задачу распределения денежных средств между предприятиями и ответить на дополнительный вопрос.

Производственному объединению из четырех предприятий выделяется банковский кредит в сумме 100 млн ден.ед. для реконструкции и модернизации производства с целью увеличения выпуска продукции. Значения  $g_i(x_i)$  дополнительного дохода, получаемого на предприятиях объединения в зависимости от выделенной суммы  $x_i$ , приведены в таблице. Распределить выделенный кредит между предприятиями так, чтобы дополнительный доход объединения был максимальным.

*Вариант 1.*

Как изменится решение, если денежные средства не будут выделяться четвертому предприятию и сумма кредита сократится до 80 млн ден.ед.?

Выделенные средства $x_i$ , тыс. ден.ед.	Предприятие			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
	Получаемый доход, млн ден.ед.			
	$g_1(x_i)$	$g_2(x_i)$	$g_3(x_i)$	$g_4(x_i)$

10	9	11	16	13
20	18	19	22	17
30	24	28	30	27
40	32	35	37	33
50	44	47	43	46
60	56	55	58	53
70	62	64	63	67
80	78	73	76	75
90	86	87	81	82
100	95	92	94	90



**Приложение 2**  
**Индивидуальные задания для проверки умений и навыков**

**Индивидуальное задание 1.** Методы минимизации функций одной переменной.

1. Найти минимальное значение функции на заданном отрезке с заданной точностью методом перебора:

$$f(x) = x^2 - 2x + e^{-x}, \quad [1; 1,5], \quad \varepsilon = 0,05.$$

2. Найти минимальное значение функции на заданном отрезке с заданной точностью методом золотого сечения:

$$f(x) = x^4 + 2x^2 + 4x + 1, \quad [-1; 0], \quad \varepsilon = 0,1.$$

3. Найти минимальное значение функции методом Ньютона с точностью  $|f'(x)| \leq 10^{-4}$ :

$$f(x) = x^2 + e^{-x}.$$

**Индивидуальное задание 2.** Открытая транспортная задача.

Используя транспортный алгоритм, найти оптимальную конфигурацию электрической сети.

Взаимное расположение электростанций  $A_i$  (поставщиков) и потребителей электроэнергии  $B_j$  представлено в виде координат  $X$  и  $Y$  в см в произвольно выбранной системе координат (таблица 1). Значения вырабатываемой на ЭС мощности (запас  $A_i$ -го поставщика  $a_i$ ) и потребляемой в узлах нагрузки мощности (спрос  $B_j$ -го потребителя  $b_j$ ) приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Координаты и мощности электростанций и потребителей

№ вар	Наименование ЭС ( $A_i$ )	Координаты ЭС, см		Мощность ЭС ( $a_i$ )	Наименование ПС ( $B_j$ )	Координаты ПС, см		Мощность ПС ( $b_j$ )
		$X$	$Y$			$X$	$Y$	
1	$A_1$	1,0	5,5	50	$B_1$	7,8	6,6	30
	$A_2$	5,5	0	80	$B_2$	4,5	5,2	45
	$A_3$	10,0	5,0	80	$B_3$	6,2	3,0	25
					$B_4$	0	3,0	25
					$B_5$	2,3	0,7	30
					$B_6$	9,7	1,7	35

**Индивидуальное задание 3.** Дискретное программирование.

На одном конвейере завод производит пять изделий в течение каждого месяца. Одновременно конвейер может выпускать только один вид изделий. Затраты на переналадку конвейера зависят от последовательности выпуска изделий. Они известны для всех возможных вариантов запуска изделий в производство.

Требуется определить оптимальный график производства изделий.

Затраты на переналадку конвейера приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Затраты на переналадку конвейера

Номер изделия, запускаемого в производство	Затраты на переналадку, производимую после изготовления изделий				
	1	2	3	4	5
1	0	14	12	8	25
2	13	0	21	19	10
3	7	23	0	17	11
4	13	19	29	0	31
5	15	18	26	9	0

**Индивидуальное задание 4.** Динамическое программирование.

Определить оптимальную структуру генерирующих мощностей энергосистемы для покрытия нагрузки от 0 до  $P_{\max}$  четырьмя возможными типами ЭС ( $j = 1, 2, 3, 4$ ). Мощность каждой ЭС изменяется дискретно с шагом  $A$  и может достигать величины  $P_{\max}$  ( $P_j \leq P_{\max}$ ). В относительных единицах (о.е.) величина шага принимается  $A = 1$ , суммарная максимальная мощность системы  $P_{\max} = 4$ .

Состав возможных ЭС рассматриваемой системы указан в таблице 3. Приведенные удельные затраты  $f_j(P_j)$  на сооружение и эксплуатацию каждого типа ЭС заданы платежной матрицей (таблица 4).

Таблица 3 – Состав электростанций в системе

№ вар	Т и п ы ЭС				
1	3	4	8	7	

Таблица 4 – Приведенные затраты на сооружение и эксплуатацию электростанций

№ ЭС	$f_j(P_j)$				
	$P_c = 0$	$P_c = 1$	$P_c = 2$	$P_c = 3$	$P_c = 4$
0	0	10	24	26	34
1	0	7	15	20	31
2	0	9	22	27	32
3	0	7	17	22	27
4	0	10	21	29	35
5	0	8	15	23	31
6	0	11	23	28	36
7	0	8	16	23	30
8	0	9	19	26	30
9	0	8	18	25	33