

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Наименование образовательной программы: Математическое моделирование

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Методы оптимизации**

**Москва
2022**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Заславский А.А.
	Идентификатор	R6247ef5a-ZaslavskyAA-b2eda018

(подпись)

А.А.
Заславский

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Черепова М.Ф.
	Идентификатор	R9267877e-CherepovaMF-dbb9bf1

(подпись)

М.Ф.
Черепова

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Зубков П.В.
	Идентификатор	R4920bc6f-ZubkovPV-8172426c

(подпись)

П.В. Зубков

(расшифровка
подписи)

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ОПК-2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач

ИД-2 Выбирает численный метод, опираясь на анализ поставленной задачи, и реализует соответствующие алгоритмы

ИД-3 Анализирует результаты численного решения задач и оценивает необходимые для выполнения работы ресурсы

2. ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности

ИД-1 Использует и модифицирует математические модели прикладных задач

ИД-2 Применяет существующие математические методы для анализа свойств математических моделей

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Решение задач линейного программирования графическим методом (Лабораторная работа)

2. Решение задач линейного программирования симплекс-методом (Лабораторная работа)

3. Численная минимизация функции многих переменных (Лабораторная работа)

4. Численная минимизация функции одной переменной (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Решение задач линейного программирования (Контрольная работа)

2. Решение задач нелинейного программирования. (Контрольная работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Приведение задачи линейного программирования к каноническому и стандартному виду (Тестирование)

2. Составление математических моделей экономических задач (Тестирование)

БРС дисциплины

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %								
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
	Срок КМ:	4	8	8	12	12	15	15	16

Экономическая интерпретация и графический метод решения задачи линейного программирования								
Экономическая интерпретация и графический метод решения задачи линейного программирования	+	+						
Симплекс-метод								
Симплекс-метод	+	+	+	+				
Двойственность в линейном программировании								
Двойственность в линейном программировании			+	+	+			
Задачи целочисленного линейного программирования								
Задачи целочисленного линейного программирования					+			
Нелинейное программирование								
Нелинейное программирование						+		
Численные методы решения задач математического программирования								
Численные методы решения задач математического программирования							+	+
Вес КМ:	10	10	10	15	15	15	10	15

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ОПК-2	ИД-2 _{ОПК-2} Выбирает численный метод, опираясь на анализ поставленной задачи, и реализует соответствующие алгоритмы	Уметь: выбирать и реализовывать алгоритмы численного решения задач оптимизации	Численная минимизация функции одной переменной (Лабораторная работа) Численная минимизация функции многих переменных (Лабораторная работа)
ОПК-2	ИД-3 _{ОПК-2} Анализирует результаты численного решения задач и оценивает необходимые для выполнения работы ресурсы	Уметь: анализировать и содержательно интерпретировать результаты численного решения задач оптимизации	Решение задач линейного программирования графическим методом (Лабораторная работа) Решение задач линейного программирования симплекс-методом (Лабораторная работа)
ОПК-3	ИД-1 _{ОПК-3} Использует и модифицирует математические модели прикладных задач	Знать: постановки и математические модели задач оптимизации Уметь: составлять математические модели экономических задач составлять математические модели задач оптимизации	Составление математических моделей экономических задач (Тестирование) Приведение задачи линейного программирования к каноническому и стандартному виду (Тестирование) Решение задач линейного программирования (Контрольная работа)
ОПК-3	ИД-2 _{ОПК-3} Применяет	Уметь:	Решение задач нелинейного программирования. (Контрольная работа)

	существующие математические методы для анализа свойств математических моделей	использовать методы математического программирования для анализа моделей задач оптимизации	
--	--	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Составление математических моделей экономических задач

Формы реализации: Смешанная форма

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тест содержит одно задание. На подготовку ответа отводится 15 минут

Краткое содержание задания:

Тест ориентирован на проверку знания постановок математических моделей задач оптимизации и умения составлять математические модели экономических задач

Контрольные вопросы/задания:

Знать: постановки и математические модели задач оптимизации	<ol style="list-style-type: none">1.Что такое задача математического программирования?2.Какие содержательные экономические задачи моделируют задачи ЛП?3.Какой экономический смысл можно придать переменным и ограничениям двойственной задачи?4.Является ли данная задача задачей ЛП или ЦЛП?
Уметь: составлять математические модели экономических задач	<ol style="list-style-type: none">1.Для изготовления изделий двух видов имеется 80 кг металла. На изделие I вида расходуется 2 кг металла, II --- 1 кг. Изделий I вида требуется изготовить не более 30 штук, II --- не более 40. Составить задачу ЛП для максимизации прибыли и двойственную к ней, если изделие I вида стоит 5, а II --- 3.2.Есть 5 сплавов, содержащих свинец, цинк и олово в соотношениях 1:1:8, 1:3:6, 4:5:1, 6:3:1 и 3:2:5, и стоящих 4, 4.5, 5.8, 6 и 7.5 руб./кг. Составить задачу для определения минимальной себестоимости сплава, содержащего свинец, цинк и олово в соотношении 2:3:5

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 99

Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено полностью

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено с незначительными ошибками

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: При выполнении задания студент допустил существенные ошибки, но смог их исправить

КМ-2. Приведение задачи линейного программирования к каноническому и стандартному виду

Формы реализации: Смешанная форма

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа содержит одно задание на 15 минут

Краткое содержание задания:

Тест ориентирован на проверку знаний математических моделей оптимизации

Контрольные вопросы/задания:

Знать: постановки и математические модели задач оптимизации	<ol style="list-style-type: none">1. Как определяются каноническая и стандартная задачи ЛП?2. Является ли задача планирования производства канонической/стандартной?3. Каков экономический смысл двойственной задачи для задачи планирования производства? Имеет ли эта задача каноническую/стандартную форму?4. Как в задаче планирования производства можно интерпретировать введенные дополнительные переменные?
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 99

Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Задание в целом выполнено верно, но есть незначительные ошибки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено с существенными ошибками

КМ-3. Решение задач линейного программирования графическим методом

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа проводится по вариантам и содержит одно задание на 45 минут

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку умения анализировать и содержательно интерпретировать решения задач оптимизации

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: анализировать и содержательно интерпретировать результаты численного решения задач оптимизации	1. Железнодорожное депо составляет поезд из имеющихся вагонов. Даны количества вагонов каждого типа в скором и пассажирском поезде, число пассажиров в вагоне и наличие вагонов данного типа у депо. Составить задачу максимизации пассажиропотока. 2. Исследовать составленную задачу на возможность решения графическим методом 3. Написать условия дополняющей нежесткости и найти их экономический смысл
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 99

Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено полностью

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Задания выполнено с незначительными ошибками

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: При выполнении задания студент допустил существенные ошибки, но смог их исправить

КМ-4. Решение задач линейного программирования симплекс-методом

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа проводится по вариантам и содержит одно задание на 45 минут

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку умения анализировать и содержательно интерпретировать результаты численного решения задач оптимизации

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: анализировать и содержательно интерпретировать результаты численного решения задач оптимизации	1. Решите симплекс-методом задачу максимизации пассажиропотока. Проанализируйте решения, полученные на каждой итерации, каков экономический смысл итераций? 2. Исследуйте полученную последовательность решений с точки зрения двойственной задачи. Каков экономический смысл итераций? 3. Исследуйте, как изменится решение при изменении парка вагонов
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 99

Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено полностью

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено с незначительными ошибками

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Студент при выполнении задания допустил существенные ошибки, но смог их исправить

КМ-5. Решение задач линейного программирования

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа проводится по вариантам и содержит три задачи на 90 минут

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку умения составлять математические модели задач оптимизации

Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: составлять математические модели задач оптимизации</p>	<p>1. На 4 строительных площадки требуется 40, 35, 30 и 45 т песка в день. Есть 3 карьера. Для 1 производительность равна 46 т в день, затраты на добычу 1 т 2 руб., а на ее доставку к стройплощадкам 4, 3, 2 и 5 руб. Для 2 — 34 т, 3 руб., 1, 1, 6 и 4 руб, для 3 — 40 т, 1 руб., 3, 5, 9 и 4 руб. Увеличение производительности 1 карьера требует дополнительных затрат 3, 2 — 2, 3 — 5 руб./т. Составить задачу для определения оптимального плана поставок.</p> <p>2. Требуется произвести три вида продукции в соотношении 1:2:3. Производство единицы продукции первого вида требует 2 единиц трудовых ресурсов, второго - 3 единиц трудовых ресурсов и 0,5 единиц продукции первого вида, третьего - 1 единицы трудовых ресурсов, 0,1 единицы продукции первого и 0,5 единиц продукции второго вида. Объем имеющихся трудовых ресурсов равен 200 единицам. Составить математическую модель задачи максимизации выпуска</p> <p>3. Составить задачу, двойственную к задаче максимизации выпуска. Каков ее экономический смысл?</p>
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 99

Описание характеристики выполнения знания: Все задания выполнены верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Две задачи выполнены верно или все задачи выполнены с незначительными ошибками

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Одна задача выполнена верно или две задачи выполнены с незначительными ошибками

КМ-6. Решение задач нелинейного программирования.

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа проводится по вариантам и содержит три задания на 90 минут

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку умения использовать методы математического программирования для анализа моделей

Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: использовать методы математического программирования для анализа моделей задач оптимизации</p>	<p>1. Для задачи квадратичного программирования $\text{Max}\{-x_1^2 + 2x_1x_2 - x_2^2\};$ $2x_1 - 2x_2 + x_3 = 6;$ $x_1 + 2x_2 + x_4 = 10;$ $x_j \geq 0$</p> <p>напишите условия Куна-Таккера и проанализируйте их экономический смысл.</p> <p>2. Проанализируйте последовательность точек, получаемых на каждой итерации решения. Каков содержательный смысл итераций</p> <p>3. Сравните траектории получения решения при выпуклом симплекс-методе и методе Куна-Таккера</p>
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 99

Описание характеристики выполнения знания: Все задачи решены верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Две задачи решены верно или все задачи решены с незначительными ошибками

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Одна задача решена верно или две задачи решены с незначительными ошибками

КМ-7. Численная минимизация функции одной переменной

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа проводится по вариантам и содержит одно задание на 45 минут

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку умения выбирать и реализовывать алгоритмы численного решения задач оптимизации



Контрольные вопросы/задания:

Уметь: выбирать и реализовывать алгоритмы численного решения задач оптимизации	1. Найдите минимум функции $e^x + x^2$ на отрезке $[-3, 2]$ прямым методом и с использованием производной. Сравните эффективность этих методов 2. Найдите методом Ньютона минимум функции $-x^4 + 2x^2$ на отрезке $[-2, 2]$. Исследуйте зависимость результата от выбора начальной точки. 3. В задаче нахождения минимума функции $-x^4 + 2x^2$ на отрезке $[-2, 2]$ исследуйте зависимость числа итераций от заданной точности
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 99

Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено полностью

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено с незначительными ошибками

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: При выполнении задания студент допустил существенные ошибки, но смог самостоятельно их исправить

КМ-8. Численная минимизация функции многих переменных

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа проводится по вариантам и содержит одно задание на 45 минут

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку умения выбирать и реализовывать алгоритмы численного решения задач оптимизации

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: выбирать и реализовывать алгоритмы численного решения задач оптимизации	1. Выберите алгоритм минимизации функции $f(x; y) = x^2 - xy + y^2$ в области $-2 \leq x \leq 2, -1 \leq y \leq 3$ и обоснуйте сделанный выбор 2. Найдите наименьшее значение функции $f(x; y) = x^2 - xy + y^2$ в области $-2 \leq x \leq 2, -1 \leq y \leq 3$ методами градиентного спуска и сопряженных градиентов 3. Сравните эффективность алгоритмов градиентного спуска и сопряженных градиентов при минимизации функции $f(x; y) = x^2 - xy + y^2$ в области $-2 \leq x \leq 2, -1 \leq y \leq 3$
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 99

Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено полностью

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено с несущественными ошибками

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Студент при выполнении задания сделал существенные ошибки, но смог самостоятельно их исправить

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Постановка задачи линейного программирования и ее экономический смысл.
Задача раскроя

Процедура проведения

Экзамен проводится в письменно-устной форме. На подготовку ответа дается 60 минут. Кроме ответа на вопросы билета, студент должен ответить на дополнительные вопросы

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ОПК-2} Выбирает численный метод, опираясь на анализ поставленной задачи, и реализует соответствующие алгоритмы

Вопросы, задания

- 1.Геометрическая интерпретация задачи ЛП и графический метод ее решения в случае двух переменных
- 2.Двойственный симплекс-метод. Его геометрическая интерпретация
- 3.Метод ветвей и границ
- 4.Градиентные методы оптимизации
- 5.Методы минимизации функции одной переменной: прямые и с использованием производной

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Какие свойства задачи ЛП обеспечивают возможность ее эффективного решения?

Ответы:

1. Выпуклость допустимой области 2. Отсутствие локальных экстремумов 3. Выпуклость множества экстремумов 4. Все указанные свойства

Верный ответ: 4

2.Является ли функция $e^x + y^3$

Ответы:

1. Выпуклой 2. Вогнутой 3. Ни то, ни другое

Верный ответ: 3

2. Компетенция/Индикатор: ИД-3_{ОПК-2} Анализирует результаты численного решения задач и оценивает необходимые для выполнения работы ресурсы

Вопросы, задания

- 1.Двойственная задача. Формулировка и экономическая интерпретация
- 2.Выпуклость допустимого множества задачи линейного программирования.
- 3.Общую сумму капиталовложений в 1200 ед. требуется распределить между 5 объектами, потребности которых составляют 420, 180, 240, 560 и 300 ед., а ожидаемая прибыль — 80, 65, 90, 210 и 150 ед. На каждый капиталовложения либо выделяются в требуемом размере, либо не выделяются вовсе. Составить задачу для нахождения оптимального распределения капиталовложений

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какие из следующих задач являются задачами ЧЦЛП?

Ответы:

1. Транспортная задача 2. Задача размещения. 3. Задача коммивояжера. 4. Задача о назначениях

Верный ответ: 2, 3

2. Какой из методов является методом негладкой оптимизации?

Ответы:

1. Метод градиентного спуска 2. Метод сопряженных градиентов 3. Метод уровней

Верный ответ: 3

3. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ОПК-3} Использует и модифицирует математические модели прикладных задач

Вопросы, задания

1. Имеется 99 бревен длины 6,6 м и 66 бревен длины 4,8 м. Из этих бревен требуется изготовить как можно больше наборов, состоящих из двух брусьев длины 2,2 м и одного бруса длины 1,3 м. Составить математическую модель задачи

2. Теорема Куна-Таккера

3. Нефтеперерабатывающий завод располагает 10 ед. нефти сорта А и 15 ед. нефти сорта В. Возможны 3 способа переработки нефти, при которых расходуется соответственно 1, 2, 2 ед. нефти сорта А и 2, 2 1 ед. нефти сорта В и производится 2, 5, 2 ед. мазута и 3, 1, 1 ед. бензина. Составить задачу определения наиболее выгодного плана переработки, если цена мазута равна 2, а бензина 10.

4. Задача планирования производства и ее математическая модель

5. Примеры содержательных задач, моделями которых являются задачи частично целочисленного линейного программирования

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Задача планирования производства в общем случае является

Ответы:

1. Задачей линейного программирования 2. Задачей целочисленного линейного программирования 3. Задачей нелинейного программирования

Верный ответ: 3

2. Допустимое множество задачи ЛП является

Ответы:

1. Выпуклым 2. Выпуклым многогранным множеством 3. Выпуклым многогранником

Верный ответ: 2

4. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ОПК-3} Применяет существующие математические методы для анализа свойств математических моделей

Вопросы, задания

1. Симплекс-метод. Описание алгоритма

2. Теорема двойственности

3. Метод отсечений Гомори

4. Свойства выпуклых функций

5. На 4 строительных площадки требуется 40, 35, 30 и 45 т песка в день. Есть 3 карьера. Для 1 производительность равна 46 т в день, затраты на добычу 1 т 2 руб., а на ее доставку к стройплощадкам 4, 3, 2 и 5 руб. Для 2 — 34 т, 3 руб., 1, 1, 6 и 4 руб, для 3 — 40 т, 1 руб., 3, 5, 9 и 4 руб. Увеличение производительности 1 карьера требует дополнительных затрат 3, 2 — 2, 3 — 5 руб./т. Составить

задачу для определения оптимального плана поставок. Каким методом можно решить эту задачу?

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Транспортная задача является

Ответы:

1. Задачей линейного программирования 2. Задачей целочисленного линейного программирования 3. Задачей нелинейного программирования

Верный ответ: 1

2. Двойственный симплекс-метод позволяет

Ответы:

1. Решать двойственную задачу 2. Получать решение исходной задачи по решению двойственной 3. И то, и другое

Верный ответ: 3

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом непринципиальные ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих