

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

1 Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

Одобрено УМС ИАТЭ НИЯУ МИФИ,

Протокол №2-8/2021 От 30.08.2021

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

«Методы оптимизации»

Направление подготовки:	01.03.02 «Прикладная математика и информатика»
Профиль:	«Прикладная информатика»
Квалификация (степень) выпускника:	бакалавр
Форма обучения:	очная

2021 г.

Фонд оценочных средств составлен в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» по направлению подготовки 01.03.02 – Прикладная математика и информатика.

Фонд оценочных средств составил:

_____ А.Н. Чепурко, доцент, к.ф.-м.н, доцент

Программа рассмотрена на заседании отделения интеллектуальных кибернетических систем (О) (протокол № 5/7 от «30» июля 2021 г.)

Руководитель образовательной программы

01.03.02 – «Прикладная математика и информатика»

_____ С.В. Ермаков

« ____ » _____ 2021 г.

Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – является неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины «Методы оптимизации» и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу данной дисциплины.

Цели и задачи фонда оценочных средств

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Методы оптимизации» решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков предусмотренных в рамках данного курса;
- контроль и оценка степени освоения компетенций предусмотренных в рамках данного курса;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данного курса.

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

1.1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения ООП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<i>Коды компетенций</i>	<i>Результаты освоения ООП Содержание компетенций</i>	<i>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине</i>
ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	<p>Знать: основные методы оптимизации, принцип Ферма и принцип Лагранжа, уравнение Эйлера для простейшей вариационной задачи, принцип максимума Понтрягина для решения задачи оптимального управления, основные численные методы нахождения минимума функций одной и нескольких переменных в задаче с ограничениями и без них.</p> <p>Уметь: ставить и решать оптимизационные задачи, подбирать и применять наиболее подходящий аналитический и (или) численный метод решения поставленной задачи</p> <p>Владеть: навыками решения экстремальных задач, а также использования для этих целей различных специализированных пакетов программ.</p>

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ООП бакалавриата.

Компоненты компетенций, как правило, формируются при изучении нескольких дисциплин, а также в немалой степени в процессе прохождения практик, НИР и во время самостоятельной работы обучающегося. Выполнение и защита ВКР являются видом учебной деятельности, который завершает процесс формирования компетенций.

Место дисциплины и соответствующий этап формирования компетенций в целостном процессе подготовки по образовательной программе можно определить по матрице компетенций, которая приводится в Приложении.

Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины:

- **начальный** этап – на этом этапе формируются знаниевые и инструментальные основы компетенции, осваиваются основные категории, формируются базовые умения. Студент воспроизводит термины, факты, методы, понятия, принципы и правила; решает учебные задачи по образцу;

- **основной** этап – знания, умения, навыки, обеспечивающие формирование компетенции, значительно возрастают, но еще не достигают итоговых значений. На этом этапе студент осваивает аналитические действия с предметными знаниями по дисциплине, способен самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в алгоритм действий, осуществляя коррекцию в ходе работы, переносит знания и умения на новые условия;

- **завершающий** этап – на этом этапе студент достигает итоговых показателей по заявленной компетенции, то есть осваивает весь необходимый объем знаний, овладевает всеми умениями и навыками в сфере заявленной компетенции. Он способен использовать эти знания, умения, навыки при решении задач повышенной сложности и в нестандартных условиях.

Этапы формирования компетенций в ходе освоения дисциплины отражаются в тематическом плане (см.п. 4 рабочей программы дисциплины).

1.3. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
Текущий контроль, 5 семестр			
1	РАЗДЕЛ 1. Постановка экстремальных задач.	ОПК-1	ИДЗ № 1 (решение задачи)
2	РАЗДЕЛ 2. Простейшая вариационная задача.	ОПК-1	ИДЗ № 2 и № 3 (решение задач)
3	Раздел 3. Задача оптимального управления.	ОПК-1	ИДЗ № 4, № 5, № 6 и № 7 (решение задач)
4	Раздел 4. Численные методы нахождения минимума функции одной переменной.	ОПК-1	Защита лабораторной работы № 1 (вывод основных формул для алгоритмов)
5	Раздел 5. Минимизация функций n переменных в гладкой задаче без	ОПК-1	Защита лабораторной работы № 2 (вывод основных

	ограничений.		формул для алгоритмов)
6	Раздел 6. Минимизация функций n переменных в задаче с ограничениями.	ОПК-1	Защита лабораторной работы № 3 (вывод основных формул для алгоритмов)
Промежуточный контроль, 5 семестр			
	экзамен	ОПК-1	Экзаменационный билет

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям, которые приведены в п.1.1. Формирование этих дескрипторов происходит в процессе изучения дисциплины по этапам в рамках различного вида учебных занятий и самостоятельной работы.

Выделяются три уровня сформированности компетенций на каждом этапе: пороговый, продвинутый и высокий.

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня	БРС, % освоения	ECTS/Пятибалльная шкала для оценки экзамена/зачета
Высокий <i>Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Студент демонстрирует свободное обладание компетенциями, способен применить их в нестандартных ситуациях: показывает умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	90-100	A/ Отлично/ Зачтено
Продвинутый <i>Все виды компетенций сформированы на продвинутом уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, большей долей самостоятельности и	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Студент может доказать владение компетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические	85-89	B/ Очень хорошо/ Зачтено
			75-84	C/ Хорошо/ Зачтено

	инициативы	положения или обосновывать практику применения.		
Пороговый <i>Все виды компетенций сформированы на пороговом уровне</i>	Репродуктивная деятельность	Студент демонстрирует владение компетенциями в стандартных ситуациях: излагает в пределах задач курса теоретически и практически контролируемый материал.	65-74	D/Удовлетворительно/ Зачтено
			60-64	E/Посредственно /Зачтено
Ниже порогового	Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы. Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в стандартных ситуациях.		0-59	Неудовлетворительно/ Незачтено

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Критерии оценивания компетенций на каждом этапе изучения дисциплины для каждого вида оценочного средства и приводятся в п. 4 ФОС. Итоговый уровень сформированности компетенции при изучении дисциплины определяется по таблице. При этом следует понимать, что граница между уровнями для конкретных результатов освоения образовательной программы может смещаться.

Уровень сформированности компетенции	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
высокий	высокий	высокий
	<i>продвинутый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>продвинутый</i>
продвинутый	<i>пороговый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>пороговый</i>
	продвинутый	продвинутый
	<i>продвинутый</i>	<i>пороговый</i>
	<i>пороговый</i>	<i>продвинутый</i>
пороговый	пороговый	пороговый
ниже порогового	пороговый	ниже порогового
	ниже порогового	-

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1		
	ИДЗ	17	36
	Контрольная точка № 2		
	Лабораторная работа №1	6	8
	Лабораторная работа №2	6	8
	Лабораторная работа №3	6	8
Промежуточный	Экзамен		
	Экзаменационный билет	20(25)*	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

* *Положительный* ответ студента на **промежуточном** контроле (экзамене или зачете) оценивается рейтинговыми баллами в диапазоне от **20** до **40**. Итоговая положительная оценка должна быть не менее 60 баллов. Следовательно, при минимально допустимом уровне 35 баллов текущего контроля (по сумме баллов двух контрольных точек) ответ считается положительным, если его оценка составляет минимум **25** баллов. Это значение указано в строке «Зачетный билет» таблицы во втором столбце.

Определение бонусов и штрафов

Бонусы: поощрительные баллы студент получает к своему рейтингу в конце семестра за активную и регулярную работу на занятиях, за своевременную защиту лабораторных работ.

По Положению бонус (премиальные баллы) не может превышать **5 баллов**.

Штрафы: за несвоевременную сдачу лабораторных работ максимальная оценка может быть снижена на 30 %.

Оценка сформированности компетенций на зачете для тех обучающихся, которые пропускали занятия и не участвовали в проверке компетенций во время изучения дисциплины, проводится после индивидуального собеседования с преподавателем по пропущенным или не усвоенным обучающимся темам с последующей оценкой самостоятельно усвоенных знаний на зачете.

4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков

4.1. Экзамен.

Форма для вопросов к зачету
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Направление	01.03.02 Прикладная математика и информатика
Профиль	«Прикладная информатика»
Дисциплина	Методы оптимизации

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

В экзаменационном билете два теоретических вопроса: один по аналитическим методам оптимизации, второй – по численным методам оптимизации.

Теоретические вопросы билета:

1. Производная отображения (определение и свойства). Принцип Ферма.
2. Гладкая задача с ограничениями. Принцип Лагранжа снятия ограничений. Теорема Лагранжа.
3. Определение выпуклой функции. Экстремальные свойства выпуклых функций.
4. Определение выпуклых множеств. Отделимость выпуклых множеств.
5. Задача выпуклого программирования. Теорема Куна-Таккера (формулировка).
6. Простейшая вариационная задача. Необходимое условие экстремума.
7. Каноническая форма записи уравнения Эйлера.
8. Задача Больца. Необходимое условие экстремума. Условия трансверсальности.
9. ЗОУ. Теорема Эйлера-Лагранжа. Связь принципа максимума Понтрягина с принципом Лагранжа снятия ограничений.

10. Пример использования теоремы Эйлера-Лагранжа. Задача со старшими производными. Уравнение Эйлера-Пуассона.
11. Пример использования теоремы Эйлера-Лагранжа. Изопериметрическая задача.
12. Автономная задача оптимального управления. Соотношение Беллмана.
13. Уравнение Беллмана. Уравнение Гамильтона-Якоби.
14. Принцип максимума для автономной задачи с фиксированными концами.
15. Принцип максимума для автономной задачи с подвижными концами.
16. Принцип максимума для общей задачи оптимального управления.
17. Нахождение минимума функции одной переменной. Активный и пассивный поиск. Метод деления отрезка пополам.
18. Нахождение минимума функции одной переменной. Метод золотого сечения.
19. Нахождение минимума функции, удовлетворяющей условию Липшица. Алгоритм метода ломаных.
20. Теорема о сходимости метода ломаных.
21. Нахождение минимума выпуклой и дифференцируемой функции. Метод касательных.
22. Минимизация функции n переменных в гладкой задаче без ограничений. Метод скорейшего спуска.
23. Минимизация дважды непрерывно дифференцируемой функции n переменных. Метод Ньютона.
24. Сильно выпуклые функции. Эквивалентные определения сильной выпуклости (теорема).
25. Свойство сильно выпуклой функции, производная которой удовлетворяет условию Липшица.
26. Теорема о сходимости процедуры скорейшего спуска.
27. Проекция точки на множество. Примеры нахождения проекции $P(z)$.
28. Проекция точки на множество. Свойства проекции $P(z)$ (лемма 1).
29. Алгоритм метода проекции градиента. Леммы 2, 3.
30. Теорема о сходимости метода проекции градиента.
31. Алгоритм метода условного градиента. Обоснование условия выхода.
32. Теорема о сходимости метода условного градиента.

Критерии и шкала оценивания

Оценка	Критерии оценки
Зачтено 20-40	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровнях «отлично»,

	«хорошо», «удовлетворительно».
Незначтено 19 и меньше	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровне «неудовлетворительно».

4.2. Домашнее задание

В целях приобретения практических навыков и более глубокого освоения предмета «Методы оптимизации» студентам предлагаются следующие варианты домашних заданий для самостоятельной работы. Отчет о выполнении домашнего задания представляется в письменном виде. Ниже приводятся примерные варианты домашних заданий.

Индивидуальное домашнее задание состоит из семи задач по следующим темам: принцип Ферма и принцип множителей Лагранжа, простейшая вариационная задача, задача Больца, соотношение Беллмана, изопериметрическая задача, задача Лагранжа, задача со старшими производными.

а) типовое индивидуальное домашнее задание:

№ 1. Решить следующую задачу, используя теорему Ферма и принцип множителей Лагранжа:

Дан круг радиуса единица. На диаметре АВ дана точка Е, через которую проведена хорда СД. Найти положение хорды, при котором площадь четырехугольника АВСД максимальна.

№ 2. Найти гладкие решения простейшей вариационной задачи:

$$\int_1^e (2x - t^2 \dot{x}^2) dt \rightarrow \text{extr}, \quad x(1) = e, \quad x(e) = 0.$$

№ 3. Решить задачу Больца:

$$\int_1^2 t^2 \dot{x}^2 dt - 2x(1) + x^2(2) \rightarrow \text{extr}.$$

№ 4. Записать соотношение Беллмана, уравнение Гамильтона-Якоби для ПВЗ из задания № 2. Найти его решение $\bar{w}(t, x)$.

№ 5. Найти допустимые экстремали в изопериметрической задаче:

$$\int_0^\pi \dot{x}^2 dt \rightarrow \text{extr}; \quad \int_0^\pi x \sin t dt = 0, \quad x(0) = 0, \quad x(\pi) = 1..$$

№ 6. Найти допустимые экстремали в задаче Лагранжа:

$$\int_0^1 u^2 dt \rightarrow \text{extr}; \quad \ddot{x} - x = u, \quad x(0) = \dot{x}(0) = 0, \quad x(1) = \text{sh} 1, \quad \dot{x}(1) = \text{ch} 1 + \text{sh} 1.$$

№ 7. Найти допустимые экстремали в задаче со старшими производными:

$$\int_0^1 \ddot{x}^2 dt \rightarrow \text{extr}; x(0) = \dot{x}(0) = 0, \dot{x}(1) = 1.$$

4.3. Лабораторная работа

Лабораторные работы выполняются в компьютерном классе в соответствии с предложенным домашним заданием. Защита работы выполняется устно.

Порядок выполнения работ

- ознакомиться с аналитической постановкой лабораторной работы,
- проработать соответствующий теоретический материал,
- разработать численный алгоритм, исследовать его сходимость и устойчивость,
- оценить погрешность метода,
- составить программу расчета по разработанному алгоритму для ПК на одном из языков высокого уровня,
- представить результаты расчетов в графическом и табличном виде,
- оформить отчет по лабораторной работе.

Лабораторный практикум по данному курсу состоит из трёх заданий по следующим темам: численные методы нахождения минимума функции одной переменной, минимизация функций n переменных в гладкой задаче без ограничений, минимизация функций n переменных в задаче с ограничениями.

а) типовое задание:

Лабораторная работа № 1. Нахождение точки минимума и минимального значения функции одной переменной.

Минимизировать функцию $f(x) = x - \ln(x)$, $x \in [0.1, 2]$ двумя способами: методом золотого сечения и методом касательных.

Лабораторная работа № 2. Минимизация функций n переменных в гладкой задаче без ограничений.

Минимизировать функцию $f(x_1, x_2) = x_1^2 + 2x_2^2 + \exp(x_1^2 + x_2^2) - x_1 + 2x_2$ двумя способами: методом скорейшего спуска и методом Ньютона

Лабораторная работа № 3. Минимизация функций n переменных в гладкой задаче с ограничениями.

$$x_1^2 + x_2^2 + -6x_1 - 4x_2 \rightarrow \min, \quad x_1 + x_2 \leq 2, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.$$

Минимизировать двумя способами: методом проекции градиента и методом условного градиента.

б) критерии оценивания компетенций (результатов) – правильная работа кода программы, понимание алгоритма метода оптимизации, умение вывести необходимые для алгоритма формулы.

в) описание шкалы оценивания:

Лабораторные работы № 1 и № 3 оцениваются по шкале от 0 до 10, лабораторная работа № 2 оценивается по шкале от 0 до 4.

Лабораторные работы считаются выполненными успешно при отсутствии работ с нулевой оценкой и при суммарной оценке не ниже 10 баллов.

Экзаменационные билеты:

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
ОБНИНСКИЙ ИНСТИТУТ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ
Кафедра Прикладной математики

Экзаменационный билет № 1

По курсу «Методы оптимизации»
для специальности «Прикладная математика и информатика»
V семестра

1. Производная отображения (определение и свойства). Принцип Ферма.
2. Теорема о сходимости метода условного градиента.

« » _____ 2021 г.
_____ /Ермаков С.В./

Зав. кафедрой

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
ОБНИНСКИЙ ИНСТИТУТ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ
Кафедра Прикладной математики

Экзаменационный билет № 2

По курсу «Методы оптимизации»
для специальности «Прикладная математика и информатика»
V семестра

1. Гладкая задача с ограничениями. Принцип Лагранжа снятия ограничений. Теорема Лагранжа.
2. Нахождение минимума функции одной переменной. Активный и пассивный поиск. Метод деления отрезка пополам.

« » _____ 2021 г.
_____ /Ермаков С.В./

Зав. кафедрой

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
ОБНИНСКИЙ ИНСТИТУТ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ
Кафедра Прикладной математики

Экзаменационный билет № 3

По курсу «Методы оптимизации»
для специальности «Прикладная математика и информатика»
V семестра

1. Определение выпуклой функции. Экстремальные свойства выпуклых функций.
2. Проекция точки на множество. Свойства проекции $P(z)$ (лемма 1).

« » _____ 2021 г.
_____/Ермаков С.В./

Зав. кафедрой

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
ОБНИНСКИЙ ИНСТИТУТ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ
Кафедра Прикладной математики

Экзаменационный билет № 4

По курсу «Методы оптимизации»
для специальности «Прикладная математика и информатика»
V семестра

1. Определение выпуклых множеств. Отделимость выпуклых множеств.
2. Теорема о сходимости метода ломаных.

« » _____ 2021 г.
_____ /Ермаков С.В./

Зав. кафедрой

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
ОБНИНСКИЙ ИНСТИТУТ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ
Кафедра Прикладной математики

Экзаменационный билет № 5

По курсу «Методы оптимизации»
для специальности «Прикладная математика и информатика»
V семестра

1. Задача выпуклого программирования. Теорема Куна-Таккера (формулировка).
2. Теорема о сходимости метода проекции градиента.

« » _____ 2021 г.
_____ /Ермаков С.В./

Зав. кафедрой

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
ОБНИНСКИЙ ИНСТИТУТ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ
Кафедра Прикладной математики

Экзаменационный билет № 6

По курсу «Методы оптимизации»
для специальности «Прикладная математика и информатика»
V семестра

1. Теорема Куна-Таккера.
2. Функции, удовлетворяющие условию Липшица. Способы оценивания постоянной Липшица (леммы).

« » _____ 2021 г.
_____ /Ермаков С.В./

Зав. кафедрой

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
ОБНИНСКИЙ ИНСТИТУТ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ
Кафедра Прикладной математики

Экзаменационный билет № 7

По курсу «Методы оптимизации»
для специальности «Прикладная математика и информатика»
V семестра

1. Простейшая вариационная задача. Необходимое условие экстремума.
2. Нахождение минимума функции одной переменной. Метод золотого сечения.

« » _____ 2021 г.
_____ /Ермаков С.В./

Зав. кафедрой

Национальный исследовательский ядерный университет “МИФИ”
ОБНИНСКИЙ ИНСТИТУТ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ
Кафедра Прикладной математики

Экзаменационный билет № 14

По курсу «Методы оптимизации»
для специальности «Прикладная математика и информатика»
V семестра

1. Автономная задача оптимального управления. Соотношение Беллмана.
2. Проекция точки на множество. Примеры нахождения проекции $P(z)$.

« _____ » _____ 2021 г. Зав. кафедрой
_____ /Ермаков С.В./

Национальный исследовательский ядерный университет “МИФИ”
ОБНИНСКИЙ ИНСТИТУТ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ
Кафедра Прикладной математики

Экзаменационный билет № 15

По курсу «Методы оптимизации»
для специальности «Прикладная математика и информатика»
V семестра

1. Уравнение Беллмана. Уравнение Гамильтона-Якоби.
2. Сильно выпуклые функции. Эквивалентные определения сильной выпуклости (теорема).

« _____ » _____ 2021 г. Зав. кафедрой
_____ /Ермаков С.В./

