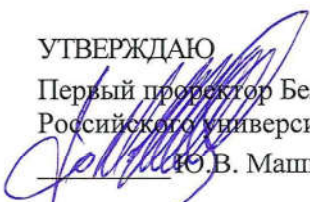


Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-
Российского университета


Ю.В. Машин

«20» 10 2023 г.

Регистрационный № УД-010304/Б.1.0.20/р.

ВАРИАЦИОННОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ И ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

(наименование дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 01.03.04 Прикладная математика

Направленность (профиль) Разработка программного обеспечения

Квалификация Бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	2
Семестр	4
Лекции, часы	34
Практические занятия, часы	34
Экзамен, семестр	4
Контактная работа по учебным занятиям, часы	68
Самостоятельная работа, часы	40
Всего часов / зачётных единиц	108/3

Кафедра-разработчик программы: «Высшая математика»

Составитель: Л.И. Сотская, канд. физ-мат. наук, доцент

(И.О. Фамилия, учёная степень, учёное звание)

Могилев, 2023

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика № 11 от 10.01.2018 г., учебным планом рег. № 010304-2.1 от 28.04.2023 г.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Высшая математика»

28.09.2023 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой



В.Г. Замураев

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом
Белорусско-Российского университета

18.10.2023 г., протокол № 2.

Зам. председателя

Научно-методического совета



С.А. Сухоцкий

Рецензент:

Ирина Васильевна Марченко, зав. кафедры математики
(И.О. Фамилия, должность, учёная степень, учёное звание рецензента)

УО «МГУ имени А. А. Кулешова», кандидат физико-математических наук.
(И.О. Фамилия, должность, учёная степень, учёное звание рецензента)

Рабочая программа согласована:

Ведущий библиотекарь



О.С. Шустова

Начальник учебно-методического
отдела



О.Е. Печковская

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель учебной дисциплины

развитие у студентов алгоритмического и аналитического мышления; формирование навыков, необходимых для изучения, анализа, прогнозирования и управления процессами, происходящими в технике, экономике.

1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

знать:

- классические понятия вариационного исчисления: функционал и его вариации, определение вариации с помощью производной, уравнение Эйлера;
- основные понятия и методы теории оптимального управления сосредоточенными и распределёнными системами; методы синтеза оптимального управления;
- классическую и современную литературу по вариационному исчислению и оптимальному управлению.

уметь:

- анализировать ситуацию, выбирать математические модели, проверять адекватность моделей исследуемым процессам;
- формулировать постановки задач моделирования для функционалов различного вида;
- применять вариационный подход к моделированию процессов, происходящих в технике и экономике;
- разрабатывать алгоритмы и применять методы оптимального управления к решению практических задач в технике и экономике.

владеть:

- навыками анализа ситуации, моделирования процессов и формулировки вариационных задач, в том числе задач оптимального управления;
- навыками применения методов вариационного исчисления и оптимального управления к решению задач.

1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к Блоку 1 "Дисциплины (модули)" (Обязательная часть).

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- Математический анализ;
- Аналитическая геометрия;
- Обыкновенные дифференциальные уравнения;

Перечень учебных дисциплин, которые будут опираться на данную дисциплину:

- Математическое программирование;
- Исследование операций и теория игр;
- Математическое моделирование в естествознании, технике и экономике.

Кроме того, знания, полученные при изучении дисциплины, будут применены при прохождении учебной и производственной практик.

1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых	Наименования формируемых компетенций
------------------	--------------------------------------

компетенций	
ОПК-2	Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надёжность и качество функционирования систем.
ПК-1	Способен проводить научно-исследовательские разработки при исследовании самостоятельных тем.

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщённых результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

2.1 Содержание учебной дисциплины

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
1	Задачи, приводящие к вариационным проблемам.	Рассмотрение различных задач, приводящих к поиску максимума или минимума некоторой интегральной величины.	ОПК-2, ПК-1
2	Основы дифференциального исчисления в линейных нормированных пространствах.	Линейные нормированные и банаховы пространства. Допустимые вариации. Сильные, слабые ε -окрестности функции. Дифференциалы Фреше и Гато, первая вариация.	ОПК-2
3	Основные леммы вариационного исчисления.	Экстремум функционала, необходимое условие экстремума функционала. Леммы Лагранжа и Дюбуа-Реймона.	ОПК-2
4	Вариационные задачи с фиксированными границами.	Простейшая задача вариационного исчисления. Уравнение Эйлера. Некоторые простейшие случаи интегрируемости уравнения Эйлера.	ОПК-2, ПК-1
5	Функционалы, зависящие от производных высшего порядка одной функции.	Функционалы, зависящие от производных высшего порядка одной функции, в задаче с фиксированными границами. Необходимые условия экстремума. уравнение Эйлера – Пуассона.	ОПК-2, ПК-1
6	Функционалы, зависящие от нескольких функций.	Функционалы, зависящие от нескольких функций, в задаче с фиксированными границами. Необходимые условия экстремума. Система уравнений Эйлера.	ОПК-2, ПК-1
7	Задачи вариационного исчисления с подвижными границами.	Функционалы, зависящие от одной функции. Случай гладких экстремалей. Естественные краевые условия. Условия трансверсальности.	ПК-1
8	Задачи с негладкими	Задачи с негладкими экстремалами в задачах	ОПК-2,

	экстремалами.	вариационного исчисления с подвижными границами. Экстремали с угловыми точками. Условия Вейерштрасса–Эрдмана.	ПК-1
9	Задачи на условный экстремум с конечными связями.	Вариационные задачи на условный экстремум с конечными связями. Необходимые условия экстремума. Обобщённая функция Лагранжа.	ОПК-2, ПК-1
10.	Задачи на условный экстремум с дифференциальными связями.	Вариационные задачи на условный экстремум с дифференциальными связями. Задача Лагранжа. Необходимые условия экстремума. Система уравнений Эйлера.	ОПК-2, ПК-1
11.	Задачи на условный экстремум с интегральными связями.	Вариационные задачи на условный экстремум с интегральными (изопериметрическими) связями. Необходимые условия экстремума. Функция Лагранжа и система уравнений Эйлера.	ОПК-2
12	Функционал с терминальным членом в задачах на условный экстремум.	Функционал с терминальным членом. Задачи Больца и Майера. Оптимальная траектория.	ПК-1
13	Достаточные условия экстремума.	Инвариантный интеграл Гильберта. Уравнение Якоби. Функция Вейерштрасса. Квадратичный функционал. Вторая вариация функционала. Слабый и сильный экстремумы. Условия Лежандра.	ОПК-2, ПК-1
14	Оптимальное управление непрерывными системами.	Постановка задачи оптимального управления для непрерывных систем. Система канонических уравнений. Оптимальные пары. Нахождение оптимального программного управления.	ОПК-2, ПК-1
15	Оптимальное управление непрерывными системами с неполной и полной обратными связями.	Нахождение оптимального управления с неполной и полной обратными связями. Достаточные условия оптимальности. Уравнение Беллмана с граничными условиями. Методика применения оптимальных синтезирующих функций.	ОПК-2
16	Оптимальное управление стохастическими системами.	Стохастические системы. Стохастическое дифференциальное уравнение Ито. Непрерывный марковский процесс. Программное управление.	ОПК-2, ПК-1
17	Оптимальное управление стохастическими системами с полной и неполной обратными связями.	Оптимальное управление с полной и неполной обратными связями. Уравнение Беллмана для непрерывных стохастических систем. Уравнение Риккати. Оптимальные синтезирующие функции.	ОПК-2, ПК-1

2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические (семинарские) занятия	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
Модуль 1									
1	Тема 1 Задачи, приводящие к вариационным проблемам.	2	Тема 1. Задачи вариационного исчисления.	2			2		
2	Тема 2. Основы дифференциального исчисления в линейных нормированных пространствах.	2	Тема 2. Пространства функций, вычисление норм в различных функциональных пространствах.	2			2		
3	Тема 3 Основные леммы вариационного исчисления.	2	Тема 3. Непрерывность и дифференцируемость функционалов.	2			2		
4	Тема 4. Вариационные задачи с фиксированными границами.	2	Тема 4. Первая вариация функционала.	2			2		
5	Тема 5. Функционалы, зависящие от производных высшего порядка одной функции.	2	Тема 5. Экстремум функционала. Необходимое условие экстремума.	2			2		
6	Тема 6. Функционалы, зависящие от нескольких функций.	2	Тема 6. Уравнения Эйлера для простейшей задачи вариационного исчисления.	2			2		
7	Тема 7. Простейшие задачи вариационного исчисления с подвижными границами.	2	Тема 7. Функционалы, зависящие от производных высшего порядка (уравнения Эйлера-Пуассона).	2			2		
8	Тема 8. Задачи с негладкими экстремалами.	2	Тема 8. Функционалы, зависящие от нескольких функций.	2			2	КР ПКУ	30 30
Модуль 2									
9	Тема 9. Задачи на условный экстремум с конечными связями.	2	Тема 9. Задачи вариационного исчисления с подвижными границами. Случай гладких экстремалей.	2			2		

10	Тема 10. Задачи на условный экстремум с дифференциальными связями.	2	Тема 10. Задачи с подвижными концами. Случай негладких экстремалей.	2			4		
11	Тема 11. Задачи на условный экстремум с интегральными связями.	2	Тема 11. Случай негладких экстремалей в задачах с подвижными границами.	2			2		
12	Тема 12. Функционал с терминальным членом в задачах на условный экстремум.	2	Тема 12. Задачи на условный экстремум с дифференциальными связями.	2			2		
13	Тема 13. Достаточные условия экстремума.	2	Тема 13. Задачи на условный экстремум с интегральными связями.	2			2		
14	Тема 14. Оптимальное управления непрерывными системами.	2	Тема 14. Задачи на условный экстремум с терминальным членом.	2			2		
15	Тема 15. Оптимального управления непрерывными системами с неполной и полной обратной связями.	2	Тема 15. Достаточные условия экстремума.	2			2		
16	Тема 16. Оптимальное управление стохастическими системами.	2	Тема 16. Оптимальное управления непрерывными системами.	2			2		
17	Тема 17. Оптимальное управление стохастическими системами с полной и неполной обратными связями.	2	Тема 17. Оптимальное управление стохастическими системами.	2			2	ЗИЗ ПКУ	30 30
18-20							4	ПА* (экзамен)	40
	Итого	34		34			40		108

* - если предусмотрено учебным планом

Сумма часов «Итого» должна соответствовать часам на титульном листе

Принятые обозначения:

Текущий контроль –

КР – контрольная работа;

ЗИЗ – защита индивидуального задания;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости.

ПА - Промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Экзамен

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия	Вид аудиторных занятий		Всего часов
		Лекции	Практические занятия	
1	Традиционные	1-17	1-17	68
	ИТОГО	34	34	68

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Вопросы к экзамену	1
2	Экзаменационные билеты	1
3	Тестовые (контрольные) задания	1
4	Индивидуальные задания	1

5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня*	Результаты обучения**
<i>Компетенция ОПК-2</i>			
<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции ОПК-2.9 Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач методы и модели вариационного исчисления и теории оптимального управления, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надёжность и качество функционирования систем.</i>			
1	Пороговый уровень	Знать основные определения и теоремы вариационного исчисления и оптимального управления. Уметь выбирать математические модели для исследуемых	Уметь распознавать математические объекты и свойства исследуемых объектов. Предлагать адекватные математические

		процессов, аналогичных ранее изученным; критерии для проверки адекватности предлагаемой модели реальному процессу.	модели.
2	Продвинутый уровень	Уметь дорабатывать известные математические модели и проверять адекватность моделей исследуемому процессу. анализировать результаты и качество предлагаемой модели.	Уметь применять модели, которые не являются типичными, но знакомы студентам или выходят за рамки известного лишь в небольшой степени.
3	Высокий уровень	Знать и понимать актуальные проблемы вариационного исчисления и оптимального управления, выходящие за рамки учебной информации; уметь предлагать новые, не аналогичные ранее изученным математические модели; уметь проверять адекватность предлагаемых моделей исследуемым процессам.	Уметь предлагать новые, не аналогичные ранее изученным, математические модели; уметь объяснять, анализировать и интерпретировать полученные результаты.
Компетенция ПК-1			
<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции ПК-1.5 Способен применять знание вариационного исчисления и теории оптимального управления при проведении научно-исследовательских разработок.</i>			
1	Пороговый уровень	Знать и понимать основные определения, леммы и теоремы вариационного исчисления и оптимального управления. Уметь найти необходимую информацию и использовать её для постановки задач моделирования вариационных задач и задач оптимального управления.	Уметь применять знания, полученные в ходе изучения предмета при постановке задач моделирования типичных процессов.
2	Продвинутый уровень	Знать доказательства, области применимости задач вариационного	Уметь применять модифицированные модели процессов,

		исчисления и теории оптимального управления к различным моделям. Уметь дорабатывать известные модели для постановки задач изучаемых процессов.	которые не являются типичными, но знакомы студентам или выходят за рамки известного лишь в небольшой степени.
3	Высокий уровень	Знать и понимать актуальные вопросы постановки моделей задач вариационного исчисления и оптимального управления, выходящих за рамки учебной информации; уметь предлагать новые модели, проверять и доказывать их применимость к исследуемым процессам.	Уметь формулировать новые, отличающиеся от ранее изученных моделей; уметь объяснять, анализировать и интерпретировать предлагаемые модели.

5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
<i>Компетенция ОПК-2</i>	
Пороговый уровень	Индивидуальные задания Тестовые (контрольные) задания
Продвинутый уровень	Индивидуальные задания Тестовые (контрольные) задания
Высокий уровень	Индивидуальные задания Тестовые (контрольные) задания
<i>Компетенция ПК-1</i>	
Пороговый уровень	Индивидуальные задания Тестовые (контрольные) задания
Продвинутый уровень	Индивидуальные задания Тестовые (контрольные) задания
Высокий уровень	Индивидуальные задания Тестовые (контрольные) задания

5.3 Критерии оценки индивидуальных заданий

Защита студентом индивидуального задания позволяет студенту получить максимум 30 баллов. Оценка индивидуального задания преподавателем определяется на основе ответов на вопросы и решения задач студентом. При этом студент получает:

20% от максимального числа баллов за задание в случае, когда продемонстрировано полное незнание изученного материала, отсутствие элементарных умений и навыков;

40% от максимального числа баллов за задание в случае, когда допущены существенные ошибки, показавшие, что студент не обладает обязательными умениями по данной теме в полной мере;

60% от максимального числа баллов за задание в случае, когда допущено более одной ошибки, но студент обладает обязательными умениями по проверяемой теме;

80% от максимального числа баллов за задание в случае, когда оно выполнено полностью, но обоснования шагов решения недостаточны (если умение обосновывать рассуждения не являлось специальным объектом проверки), допущена одна незначительная ошибка;

100% от максимального числа баллов за задание в случае, когда оно выполнено полностью, в логических рассуждениях и обосновании решения нет пробелов и ошибок, в решении нет математических ошибок (возможна одна неточность, описка, которая не является следствием незнания или непонимания учебного материала).

5.4 Критерии оценки контрольных работ

Выполнение контрольной работы позволяет студенту получить максимум 30 баллов. Оценка контрольной работы преподавателем определяется на основе решения задач студентом. При этом студент получает:

- 6 баллов в случае правильных ответов на 20% вопросов и задач;
- 12 баллов в случае правильных ответов на 40% вопросов и задач;
- 18 баллов в случае правильных ответов на 60% вопросов и задач;
- 24 балла в случае правильных ответов на 80% вопросов и задач;
- 30 баллов в случае правильных ответов на 100% вопросов и задач.

5.6 Критерии оценки экзамена

Согласно подразделу 2.2 итоговая экзаменационная оценка определяется в результате установления с оответствия между суммой баллов промежуточного контроля успеваемости и текущей аттестации (экзамена) и оценкой по пятибалльной шкале. Промежуточный контроль успеваемости оценивается до 60 баллов, а текущая аттестация – до 40 баллов.

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

В рамках экзамена студент получает:

0–7 балла за фрагментарные знания по базовым вопросам в объёме рабочей программы, недостаточными для усвоения последующих дисциплин, неуверенное использование терминологии, неумение решать типовые задачи;

1–10 балла – за фрагментарные знания по базовым вопросам в объёме рабочей программы, недостаточными для усвоения последующих дисциплин, неуверенное использование терминологии, неумение решать типовые задачи под руководством преподавателя; грубые ошибки в рассуждениях или в решении задачи;

11–23 баллов – за владение базовыми знаниями (знает основные понятия, владеет терминологией) в объёме рабочей программы, достаточными для усвоения последующих дисциплин, умение решать простейшие типовые задачи;

24–32 баллов за полные знания в объёме рабочей программы, правильное использование терминологии, способность решать типовые задачи учебной дисциплины;

33–40 баллов за систематизированные, глубокие и полные знания в объёме рабочей программы, точное использование научной терминологии и свободное владение инструментарием учебной дисциплины, умение анализировать и применять теоретические знания при самостоятельном решении типовых учебных задач и задач повышенной сложности, способность делать обоснованные выводы.

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

- конспектирование;
- решение задач и упражнений по образцу;
- работа с лекционными материалами, включая основную и дополнительную литературу, которые представлены в пунктах 7.1 и 7.2;
- работа с материалами курса, вынесенными на самостоятельное изучение;
- работа со справочной литературой;
- выполнение контрольных работ;
- подготовка к аудиторным занятиям и контрольным работам;
- подготовка к экзамену.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

Перечень методических указаний приведен в п. 7.4.1 и они хранятся в кабинете математики (к. 405). Кроме того, их электронные варианты представлены в университетской сети Интернет по адресу: есо.bru.by.

По адресу сдо.bru.by (учебные материалы), находится разработанный на кафедре электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК), который включает:

- курс лекций;
- методические рекомендации для практических занятий;
- примеры контрольных заданий
- вопросы к экзаменам,
- образцы экзаменационных билетов;
- список литературы.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров / URL
1	Матвеев, А.С. Введение в математическую теорию оптимального управления [Электронный ресурс]: учебник.– СПб: СПбГУ, 2018. – 194 с.– (Высшее образование: Бакалавриат). – Режим доступа: http://znanium.com/		http://znanium/product/1244354
2	Абдрахманов, В. Г. Элементы вариационного исчисления и оптимального управления. Теория, задачи, индивидуальные задания : учеб. пособие / В. Г. Абдрахманов, А. В. Рабчук. - 2-е изд., испр. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2021.	Учебники для вузов. Специальная литература.	5

	- 112с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).		
3	Черняк, А. А. Методы оптимизации. Теория и алгоритмы : учеб. пособие для вузов / А. А. Черняк [и др.]. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2021. - 357с. - (Высшее образование).	Рекомендовано УМО ВО в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по инженерно-техническому направлению.	8
4	Толпегин, О. А. Математическое программирование. Вариационное исчисление : учебное пособие для вузов / О. А. Толпегин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 233 с. — (Высшее образование).	Рек. УМО ВО в качестве учебного пособия для студентов ВУЗ, обучающихся по инженерно-тех. напр.	https://urait.ru/bcode/513310
5	Рачков, М. Ю. Оптимальное управление в технических системах : учебное пособие для вузов / М. Ю. Рачков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 120 с. — (Высшее образование).	Рек. УМО ВО в качестве учебного пособия для студентов ВУЗ, обучающихся по инженерно-тех. напр.	https://urait.ru/bcode/513717

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров / URL
1	Аттетков А.В., Зарубин В.С., Канатников А.Н. Методы оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие. – М.: Инфра-М, 2019. – 270 с.– (Высшее образование: Бакалавриат). – Режим доступа: http://znanium.com/	Рекомендовано Министерством Образования РФ в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений	ЭБС «Znanium»
2	Толпегин, О. А.	Рек. УМО ВО в	https://urait.ru/bcode/513309

	Методы оптимального управления : учебник и практикум для вузов / О. А. Толпегин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 234 с. — (Высшее образование).	качестве учебника и практикума для студентов ВУЗ, обучающихся по инженерно-тех. напр.	
3	Коган, Е.А. Обыкновенные дифференциальные уравнения и вариационное исчисление / Е. А. Коган – Москва. Издательство: НИЦ ИНФРА-М, 2020. – 293 с.	Рек. межрегиональным УМС проф. образования в качестве учебного пособия для студентов ВУЗ.	https://znanium.com/catalog/product/1058922

7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

Eco.bru.by, cdo.bru.by, exponenta.ru, википедия, <http://www.intuit.ru>

7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам

7.4.1 Методические рекомендации

1 Бутома, А.М. Вариационное исчисление и оптимальное управление. Методические рекомендации к практическим занятиям для студентов направления подготовки 01.03.04 «Прикладная математика» дневной формы обучения. / А. М. Бутома. Л.И. Сотская // Могилев: Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-Российский университет». – 2021. – 48 с.

7.4.2 Информационные технологии

7.4.3 Перечень программного обеспечения, используемого в образовательном процессе

Свободно распространяемое ПО Open Office

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории «ПУЛ_4», рег. номер 535-405/1-20.

ВАРИАЦИОННОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ И ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

(наименование дисциплины)

АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 01.03.04 Прикладная математика

Направленность (профиль) Разработка программного обеспечения

	Форма обучения
	Очная
Курс	2
Семестр	4
Лекции, часы	34
Практические занятия, часы	34
Экзамен, семестр	4
Контактная работа по учебным занятиям, часы	68
Самостоятельная работа, часы	40
Всего часов / зачётных единиц	108/3

1.1 Цель учебной дисциплины

развитие у студентов алгоритмического и аналитического мышления; формирование навыков, необходимых для изучения, анализа, прогнозирования и управления процессами, происходящими в технике, экономике.

1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

знать:

- классические понятия вариационного исчисления: функционал и его вариации, определение вариации с помощью производной, уравнение Эйлера;
- основные понятия и методы теории оптимального управления сосредоточенными и распределёнными системами; методы синтеза оптимального управления;
- классическую и современную литературу по вариационному исчислению и оптимальному управлению.

уметь:

- анализировать ситуацию, выбирать математические модели, проверять адекватность моделей исследуемым процессам;
- формулировать постановки задач моделирования для функционалов различного вида;
- применять вариационный подход к моделированию процессов, происходящих в технике и экономике;
- разрабатывать алгоритмы и применять методы оптимального управления к решению практических задач в технике и экономике.

владеть:

- навыками анализа ситуации, моделирования процессов и формулировки вариационных задач, в том числе задач оптимального управления;
- навыками применения методов вариационного исчисления и оптимального управления к решению задач.

3. Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ОПК-2	Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надёжность и качество функционирования систем
ПК-1	Способен проводить научно-исследовательские разработки при исследовании самостоятельных тем

4. Образовательные технологии

Традиционные

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

по учебной дисциплине ВАРИАЦИОННОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ И ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

направление подготовки 01.03.04 Прикладная математика
направленность (профиль) Разработка программного обеспечения

на 2024-2025 учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения				Основание
1	П.7.1 изложить в новой редакции: 7.1 Основная литература				Пополнение библиотечного фонда
	№	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров / URL	
	п / п				
	1	Лебедев, К. А. Вариационное исчисление: учебное пособие / К. А. Лебедев. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. - 220 с.		https://znanium.com/catalog/product/2092471	
	2	Киселев, В. Ю. Вариационное исчисление и теория оптимального управления: учебное пособие / В. Ю. Киселев. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. - 132 с.		https://znanium.com/catalog/product/2092472	

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
Высшая математика
(название кафедры-разработчика программы)

(протокол № 7 от 28 03 2024 г.)

Заведующий кафедрой

канд. физ.-мат. наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)



В.Г. Замураев

УТВЕРЖДАЮ

Декан экономического факультета
(название факультета, выпускающего по данной специальности)

канд. физ.-мат. наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)



И.И. Маковецкий

18 04 2024 г.

СОГЛАСОВАНО:

Ведущий библиотекарь

Начальник учебно-методического
отдела

Шустова
Печковская

О.С. Шустова

О.Е. Печковская

18 04 2024 г.