

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 15 » марта 20 21 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ Математика, специальные главы
(наименование)

Форма обучения: _____ очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ 108 (3)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 24.03.02 Системы управления движением и навигация

(код и наименование направления)

Направленность: _____ Системы управления движением и навигация (общий
профиль, СУОС)

(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины -приобретение знаний и опыта по теоретическим основам вариационного исчисления, а также овладение основными методами решения вариационных задач механики и физики и использование их при решении конкретных задач.

Задачи: изучение способов и методов решения вариационных задач в математике и приложениях;

формирование умения применять вариационные принципы при решении конкретных задач прикладных задач;

формирование навыков решения вариационных задач, а также самостоятельного пополнения знаний в области вычислительных методов

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

функционалы;

методы определения экстремали функционала;

необходимые и достаточные условия экстремума функционала;

методы решения вариационных задач.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-1ОПК-1	Знать основные определения вариационного исчисления, постановку основной задачи вариационного исчисления, уравнение Эйлера, постановку задачи Больца, условия трансверсальности, достаточные условия экстремума, прямые и численные методы решения вариационных задач	Знать способы применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-2ОПК-1	Уметь составлять и решать уравнение Эйлера для простейшей вариационной задачи, определять тип экстремума, проверять достаточные условия	Уметь применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Зачет
ОПК-1	ИД-3ОПК-1	Владеть навыками решения вариационных задач прямыми методами; владеть навыками решения вариационных задач численными методами.	Владеть навыками применения естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Зачет

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	45	45	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	27	27	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	63	63	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
3-й семестр				
Модуль 1. Раздел 1. Классические задачи вариационного исчисления	8	0	14	30
Тема 1. Функционал. Экстремум функционала. Простейшая задача вариационного исчисления. Вариация функционала и ее свойства. Основная лемма вариационного исчисления. Уравнение Эйлера. Тема 2. Обобщения простейшей задачи вариационного исчисления. Экстремум функционала, зависящего от нескольких функций. Экстремум функционала, зависящего от производных высших порядков. Экстремум функционала, зависящего от функции нескольких переменных. Тема 3. Задача Больца. Задача Больца. Условия трансверсальности в задаче Больца. Необходимые условия существования слабого экстремума в задаче Больца.				
Модуль 2. Раздел 2. Методы решения вариационных задач	8	0	13	33
Тема 4. Достаточные условия существования экстремума. Условия Лежандра, Якоби, Вейерштрасса. Достаточные условия существования экстремума. Тема 5. Численные методы решения вариационных задач. Конечноразностный метод Эйлера. Метод Рунге. Метод Галеркина. Метод конечных элементов.				
ИТОГО по 3-му семестру	16	0	27	63
ИТОГО по дисциплине	16	0	27	63

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Простейшая вариационная задача. Необходимое условие экстремума. Уравнение Эйлера.
2	Обобщение простейшей задачи вариационного исчисления. Функционалы, зависящие от производных высших порядков. Функционалы, зависящие от нескольких функций. Функционалы, зависящие от функции нескольких переменных.
3	Задача Больца. Условия трансверсальности в задаче Больца. Необходимые условия существования слабого экстремума в задаче Больца.
4	Достаточные условия существования экстремума. Условия Лежандра, Якоби, Вейерштрасса.

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
5	Конечноразностный метод Эйлера. Метод Рунге. Метод Галеркина. Метод конечных элементов.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Гюнтер Н. М. Курс вариационного исчисления : учебник / Н. М. Гюнтер. - Санкт-Петербург: Лань, 2009.	22
2	Эльсгольц Л.Э. Вариационное исчисление : учебник для вузов / Л.Э. Эльсгольц. - М.: КомКнига, 2006.	13
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		

1	Волков В. Т. Интегральные уравнения. Вариационное исчисление : курс лекций : учебное пособие для вузов / В. Т. Волков , А. Г. Ягола. - М.: Университет, 2008.	32
2	Копченова Н. В. Вычислительная математика в примерах и задачах : учебное пособие для вузов / Н. В. Копченова, И. А. Марон. - Санкт-Петербург: Лань, 2009.	24
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Поникарова И.В. Элементы вариационного исчисления	dspace.spbu.ru	сеть Интернет; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Доска	1
Практическое занятие	Доска	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Математика, специальные главы»**

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление 24.03.02 - «Системы управления движением и навигация»

Квалификация выпускника:

Бакалавр

Выпускающая кафедра:

Прикладная математика

Форма обучения:

очная

Курс: 2

Семестр(-ы): 3

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:

 3 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану:

 108 ч

Форма промежуточной аттестации: зачет – 3 семестр

Пермь, 2020

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины.

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

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (3-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и итогового контроля при изучении теоретического материала, и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Промежуточный	
	С	ТО	РР	КР	Курс. работа	Зачет
Усвоенные знания						
– 3.1 – - основные определения вариационного исчисления, – постановку основной задачи вариационного исчисления,	С					ТВ
– 3.2 – - уравнение Эйлера, – постановку задачи Больца, условия трансверсальности,	С	ТО				ТВ
– 3.3 – достаточные условия экстремума, прямые и численные методы решения вариационных задач;		ТО				ТВ
Освоенные умения						
– У.1 составлять и решать уравнение Эйлера для простейшей вариационной задачи, –		ТО	РР			ПЗ
– У.2			РР			ПЗ

– определять тип экстремума, – проверять достаточные условия;						
Приобретенные владения						
– В.1 – навыками решения вариационных задач прямыми методами;	С					ПЗ
В.2 – навыками решения вариационных задач численными методами.	С		РР			ПЗ

С – собеседование по теме; ТО – теоретический опрос (коллоквиум);
КР – контрольная работа; ПЗ – практическое задание; ТВ – теоретический вопрос; РР – расчетная работа.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимого с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

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

2.1. Текущий контроль

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-х бальной системе учитываются при проведении промежуточной аттестации.

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Понятие функционала и вариационных задач.
2. Задача о брахистохроне.
3. Простейшая задача вариационного исчисления.
4. Основные определения.
5. Экстремали функционала.
6. Вариация функционала.
7. Свойства вариации.
8. Условия Лежандра.

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, освоенных умений и приобретённых владений проводится в форме защиты расчетных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Расчетно-графические работы.

Не предусмотрены.

2.3. Промежуточная аттестация

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

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде зачета по дисциплине.

Допуск к зачету осуществляется по результатам текущего и рубежного контролей. Зачет проводится в устной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы для проверки усвоенных знаний и практические задания для проверки освоенных умений. Билет формируется таким образом, чтобы в него вошли вопросы и задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций.

Форма билета представлена в общей части ФОС программы бакалавриата.

2.1. Перечень вопросов к зачёту

9. Понятие функционала и вариационных задач.
10. Задача о брахистохроне.
11. Простейшая задача вариационного исчисления.
12. Основные определения.
13. Экстремали функционала.
14. Вариация функционала.
15. Свойства вариации.
16. Основная лемма вариационного исчисления.
17. Уравнение Эйлера.
18. Простейшие случаи интегрируемости уравнения Эйлера.
19. Экстремум функционала, зависящего от нескольких функций.
20. Экстремум функционала, зависящего от производных высших порядков.
21. Экстремум функционала, зависящего от функции нескольких переменных.
22. Задача Больца. Условия трансверсальности в задаче Больца.
23. Необходимые условия существования слабого экстремума в задаче Больца.
24. Поле экстремалей. Включение экстремали в собственное и центральное поле.
25. Условия Якоби.
26. Функция Вейерштрасса.
27. Условия Лежандра.
28. Достаточные условия существования слабого и сильного экстремума.
29. Прямые численные методы решения вариационных задач.
30. Конечноразностный метод Эйлера.
31. Метод Рунге.
32. Метод Галеркина.
33. Метод конечных элементов.

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

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится путем выборочного контроля во время зачета.

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

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций

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

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС.

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

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

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