

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра вычислительной и экспериментальной механики

Авторы-составители: Стрелкова Нина Александровна

Рабочая программа дисциплины

ВАРИАЦИОННОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ И МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

Код УМК 48449

Утверждено
Протокол №6
от «16» июня 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Вариационное исчисление и методы оптимизации

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **01.03.01** Математика

направленность Программа широкого профиля

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Вариационное исчисление и методы оптимизации** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

01.03.01 Математика (направленность : Программа широкого профиля)

ПК.2 способность математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики

ПК.3 способность строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	01.03.01 Математика (направленность: Программа широкого профиля)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	10
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	14
Проведение практических занятий, семинаров	28
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (10 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Вариационное исчисление и методы оптимизации. Первый семестр

Гладкие конечномерные задачи оптимизации

Задачи оптимизации в науке и технике. Формализация задач оптимизации. Гладкая конечномерная задача без ограничений. Принцип Лагранжа для гладких конечномерных задач с ограничениями типа равенств и неравенств.

Задача выпуклого программирования

Выпуклые множества и функции. Постановка задачи выпуклого программирования. Теорема Куна–Таккера.

Линейное программирование

Постановка и формы записи задачи задач линейного программирования. Графический метод решения задач линейного программирования. Симплекс-метод. Метод искусственного базиса.

Простейшая задача вариационного исчисления

Простейшая задача вариационного исчисления. Лемма Дюбуа–Реймона. Уравнение Эйлера. Простейшие случаи интегрируемости уравнения Эйлера.

Обобщения простейшей задачи вариационного исчисления

Функционалы от нескольких функций. Функционалы со старшими производными. Задача Больца.

Вариационные задачи на условный экстремум

Изопериметрическая задача. Задача Лагранжа.

Принцип максимума Понтрягина

Задачи оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина. Простейшая задача о быстродействии.

Итоговое контрольное мероприятие

Проверка знаний студентов по всему курсу.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Алексеев В. М., Галеев Э. М., Тихомиров В. М. Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи: задачник для студентов вузов / В. М. Алексеев, Э. М. Галеев, В. М. Тихомиров. - Москва: Физматлит, 2005, ISBN 5-9221-0590-6.-256.-Библиогр.: с. 252
2. Андреева Е. А., Цирулева В. М. Вариационное исчисление и методы оптимизации: учебное пособие для студентов математических специальностей и направлений подготовки университетов / Е. А. Андреева, В. М. Цирулева. - Москва: Высшая школа, 2006, ISBN 5-06-004746-6.-584.-Библиогр. в конце глав

Дополнительная:

1. Краснов М. Л., Макаренко Г. И., Киселев А. И. Вариационное исчисление: учебное пособие для вузов / М. Л. Краснов, Г. И. Макаренко, А. И. Киселев. - Москва: Наука, 1973. - 191. - Библиогр.: с. 189-190 (23 назв.)
2. Васильев Ф. П. Численные методы решения экстремальных задач: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Прикладная математика" / Ф. П. Васильев. - Москва: Наука, 1988, ISBN 5-02-013796-0.-552.-Библиогр.: с. 531-545
3. Волков В. Т. Интегральные уравнения. Вариационное исчисление. Методы решения задач : учебное пособие / В. Т. Волков, А. Г. Ягола. — М.: КДУ, 2007. - 140 с. — ISBN 978-5-98227-315-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система БиблиоТех : [сайт]. <https://psu.bibliotech.ru/Reader/Book/87>
4. Сухарев А. Г., Тимохов А. В., Федоров В. В. Курс методов оптимизации / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2005, ISBN 5-9221-0559-0.-368.-Библиогр.: с. 361-363
5. Пантелеев А. В., Летова Т. А. Методы оптимизации в примерах и задачах: учебное пособие для студентов вузов / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - Москва: Высшая школа, 2005, ISBN 5-06-004137-9.-544.- Библиогр.: с. 543-544
6. Лутманов С. В. Курс лекций по методам оптимизации / С. В. Лутманов. - Ижевск: Издательство РХД, 2001, ISBN 5-93972-061-7.-368.-Библиогр.: с. 361 - 363
7. Галеев Э. М. Оптимизация: Теория, примеры, задачи: учебное пособие / Э. М. Галеев. - Москва: КомКнига, 2010, ISBN 978-5-397-01176-1.-336.-Предм. указ.: с. 333-335

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.psu.ru/elektronnye-resursy-dlya-psu> Электронные ресурсы для ПГНИУ

<http://www.mathnet.ru/> Общероссийский математический портал

<http://window.edu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Вариационное исчисление и методы оптимизации** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Образовательный процесс по дисциплине предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение:

- приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC»;
- офисный пакет приложений «LibreOffice»;

Специализированное программное обеспечение не требуется.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

- система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
- система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.
- система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа студентов: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Вариационное исчисление и методы оптимизации**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.3 способность строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата</p>	<p>ЗНАТЬ: основные понятия и утверждения вариационного исчисления и методов оптимизации; УМЕТЬ: применять методы решения конечномерных задач оптимизации и задач вариационного исчисления в стандартных постановках, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений, контролировать правильность вычислений, самостоятельно приобретать новые знания; ВЛАДЕТЬ: основным понятийным аппаратом теории оптимизации и вариационного исчисления, методами решения конечномерных задач оптимизации и задач вариационного исчисления, навыками теоретического анализа полученных результатов.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные понятия и утверждения вариационного исчисления и методов оптимизации. Демонстрирует отсутствие навыков решения конечномерных задач оптимизации и задач вариационного исчисления.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания основных понятий вариационного исчисления и методов оптимизации. Демонстрирует частично сформированное умение решать конечномерные задачи оптимизации и задачи вариационного исчисления в стандартных постановках, давать содержательную интерпретацию результатов исследования рассматриваемых задач.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие некоторые пробелы знания основных понятий вариационного исчисления и теории оптимизации. В целом успешные, но содержащие некоторые пробелы умения решать конечномерные задачи оптимизации и задачи вариационного исчисления в стандартных постановках, давать содержательную интерпретацию результатов исследования рассматриваемых задач. Умеет контролировать правильность вычислений, самостоятельно приобретать новые знания. Владеет основным понятийным аппаратом вариационного исчисления и теории оптимизации.</p> <p align="center">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания основных понятий теории оптимизации и</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>вариационного исчисления. Сформированное умение решать гладкие экстремальные задачи с ограничениями типа равенств и неравенств, задачи линейного программирования. Успешное и систематическое применение навыков решения задач вариационного исчисления. Сформированное умение давать содержательную интерпретацию результатов исследования экстремальных задач, контролировать правильность вычислений, самостоятельно приобретать новые знания.</p>
<p>ПК.2 способность математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики</p>	<p>ЗНАТЬ общую теорию экстремальных задач и основные методы решения задач оптимизации, классического вариационного исчисления и теории оптимального управления; УМЕТЬ решать типовые задачи оптимизации, вариационного исчисления и оптимального управления; ВЛАДЕТЬ навыками применения современных методов теории экстремальных задач в исследовательской и прикладной деятельности.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные понятия и утверждения теории оптимизации и вариационного исчисления. Демонстрирует отсутствие навыков решения задач оптимизации и вариационного исчисления.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания основных понятий теории оптимизации и вариационного исчисления. Демонстрирует частично сформированное умение решать конечномерные задачи оптимизации и вариационного исчисления, давать содержательную интерпретацию результатов исследования экстремальных задач.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие некоторые пробелы знания основных понятий теории оптимизации и вариационного исчисления. В целом успешные, но содержащие некоторые пробелы умения решать конечномерные задачи оптимизации и вариационного исчисления, давать содержательную интерпретацию результатов исследования экстремальных задач. Умеет самостоятельно приобретать новые знания. Владеет основным понятийным аппаратом теории оптимизации и вариационного исчисления.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания основных понятий теории вариационного исчисления и методов оптимизации.</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированное умение решать конечномерные задачи оптимизации и задачи вариационного исчисления в стандартных постановках, давать содержательную интерпретацию результатов исследования задач оптимизации и вариационного исчисления, контролировать правильность вычислений, самостоятельно приобретать новые знания.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Гладкие конечномерные задачи оптимизации Входное тестирование	Проверка знаний базовых понятий и методов, необходимых для изучения курса «Вариационное исчисление и методы оптимизации».
ПК.3 способность строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата	Контрольная работа 1 Письменное контрольное мероприятие	Знать общую теорию экстремальных задач и основные методы решения задач оптимизации. Уметь решать конечномерные задачи оптимизации с ограничениями типа равенств и неравенств, задачи линейного программирования. Владеть основным понятийным аппаратом и методами решения задач оптимизации.
ПК.3 способность строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата	Контрольная работа 2 Письменное контрольное мероприятие	Знать основные методы решения классических задач вариационного исчисления. Уметь применять основные формулы и изученные методы для решения конкретных задач вариационного исчисления.

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.2 способность математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики	Итоговое контрольное мероприятие Итоговое контрольное мероприятие	Знать общую теорию и основные методы решения конечномерных задач оптимизации и вариационного исчисления. Уметь применять основные формулы и изученные методы для решения типовых задач оптимизации и вариационного исчисления. Владеть основным понятийным аппаратом теории оптимизации и вариационного исчисления, навыками теоретического анализа полученных результатов.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Гладкие конечномерные задачи оптимизации

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Входное тестирование	0

Контрольная работа 1

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **11**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет применять симплекс-метод для решения задач линейного программирования: - обоснованно получен верный ответ - 5 баллов; - решение в целом верное, но содержит вычислительные ошибки - 4 балла;- правильно построена первая симплекс-таблица, верно найден разрешающий элемент симплекс-таблицы, правильно осуществлен переход к следующей симплекс-таблице, неверно выписан окончательный ответ задачи – 3 балла;- правильно построена первая симплекс-таблица, верно найден разрешающий элемент симплекс-таблицы, неправильно осуществлен переход к следующей симплекс-таблице, решение не закончено или получен неверный ответ – 2 балла;- правильно построена первая симплекс-таблица, верно найден разрешающий столбец симплекс-таблицы, но неправильно найден разрешающий элемент симплекс-таблицы, решение не закончено или получен неверный ответ – 1 балл;- решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше – 0 баллов.	5

<p>Знает методы решения экстремальных задач без ограничений и умеет применять их для решения конкретных задач: - обоснованно получен верный ответ – 5 баллов; - решение в целом верное, но либо имеет пробелы (например, решение при правильном ответе недостаточно обосновано), либо содержит вычислительные ошибки – 4 балла; - правильно выписаны необходимые и достаточные условия экстремума, но либо получены не все точки локального экстремума функции, либо не найдены абсолютные минимум и максимум функции; при решении могут быть допущены негрубые ошибки и неточности - 3 балла; - правильно выписаны необходимые условия экстремума, но не рассмотрены достаточные условия экстремума, или не найдены абсолютные минимум и максимум функции, при решении допущены грубые ошибки – 2 балла;- выписаны необходимые условия экстремума, но не рассмотрены достаточные условия экстремума, не найдены абсолютные минимум и максимум функции; решение не закончено – 1 балл;- решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше – 0 баллов.</p>	5
<p>Умеет решать, с использованием графического метода задачи линейного программирования: - обоснованно получен верный ответ – 5 баллов; - решение в целом верное, но содержит вычислительные ошибки – 4 балла; - правильно построено допустимое множество, но неверно найдены абсолютные минимум и максимум функции; при решении могут быть допущены негрубые ошибки и неточности – 3 балла;- неправильно построено допустимое множество, но для данной области верно найдены абсолютные минимум и максимум функции; при решении могут быть допущены негрубые ошибки и неточности – 2 балла;- неправильно построено допустимое множество, для данной области найдены абсолютные минимум и максимум функции, но при решении допущены грубые ошибки или решение не закончено – 1 балл;- решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше – 0 баллов.</p>	5
<p>Умеет решать, с использованием метода множителей Лагранжа гладкие экстремальные задачи с ограничениями типа равенств и неравенств: - обоснованно получен верный ответ – 5 баллов; - решение в целом верное, но либо имеет пробелы (например, решение при правильном ответе недостаточно обосновано), либо содержит вычислительные ошибки – 4 балла; - правильно выписаны необходимые и достаточные условия экстремума, но либо получены не все точки локального экстремума функции, либо не найдены абсолютные минимум и максимум функции; при решении могут быть допущены негрубые ошибки и неточности – 3 балла;- правильно выписаны необходимые условия экстремума, но не рассмотрены достаточные условия экстремума, или не найдены абсолютные минимум и максимум функции, при решении допущены грубые ошибки – 2 балла;- выписаны необходимые условия экстремума, но не рассмотрены достаточные условия экстремума, не найдены абсолютные минимум и максимум функции; решение не закончено – 1 балл;- решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше – 0 баллов.</p>	5
<p>Умеет решать, с использованием метода множителей Лагранжа гладкие экстремальные задачи с ограничениями типа равенств: - обоснованно получен верный ответ – 5 баллов; -</p>	5

<p>решение в целом верное, но либо имеет пробелы (например, решение при правильном ответе недостаточно обосновано), либо содержит вычислительные ошибки – 4 балла; - правильно выписаны необходимые и достаточные условия экстремума, но либо получены не все точки локального экстремума функции, либо не найдены абсолютные минимум и максимум функции; при решении могут быть допущены негрубые ошибки и неточности – 3 балла;- правильно выписаны необходимые условия экстремума, но не рассмотрены достаточные условия экстремума, или не найдены абсолютные минимум и максимум функции, при решении допущены грубые ошибки – 2 балла;- выписаны необходимые условия экстремума, но не рассмотрены достаточные условия экстремума, не найдены абсолютные минимум и максимум функции; решение не закончено – 1 балл;- решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше – 0 баллов.</p>	
---	--

Контрольная работа 2

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **35**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
<p>Умеет решать, с использованием достаточных условий слабого и сильного экстремумов функционала, простейшие классические задачи вариационного исчисления: - обоснованно получен верный ответ – 5 баллов; - решение в целом верное, но либо имеет пробелы (например, решение при правильном ответе недостаточно обосновано), либо содержит вычислительные ошибки – 4 балла; - найдено верное решение уравнения Эйлера, но допущены ошибки при проверке достаточных условий экстремума – 3 балла;- найдено верное решение уравнения Эйлера, но не рассмотрены достаточные условия экстремума – 2 балла;- правильно выписано уравнение Эйлера, но неверно найдено решение уравнения Эйлера, удовлетворяющее заданным граничным условиям. не рассмотрены достаточные условия экстремума – 1 балл;- решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше – 0 баллов.</p>	5
<p>Умеет решать задачи вариационного исчисления с функционалами со старшими производными: - обоснованно получен верный ответ – 5 баллов; - решение в целом верное, но либо имеет пробелы (например, решение при правильном ответе недостаточно обосновано), либо содержит вычислительные ошибки – 4 балла; - получено верное решение уравнения Эйлера-Пуассона, но из граничных условий не найдены постоянные интегрирования – 3 балла; правильно выписано уравнение Эйлера-Пуассона, но неверно найдено решение этого уравнения; для полученного решения из граничных условий определены постоянные интегрирования – 2 балла;- правильно выписано уравнение Эйлера-Пуассона, но неверно найдено решение этого уравнения; для полученного решения из граничных условий неверно определены постоянные интегрирования или решение не завершено – 1 балл;- решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных</p>	5

<p>выше – 0 баллов.</p>	
<p>Умеет решать задачи вариационного исчисления с функционалами, зависящими от векторных функций: - обоснованно получен верный ответ – 5 баллов; - решение в целом верное, но либо имеет пробелы (например, решение при правильном ответе недостаточно обосновано), либо содержит вычислительные ошибки – 4 балла; - получено верное решение системы уравнений Эйлера, но из граничных условий не найдены постоянные интегрирования – 3 балла;- правильно выписана система уравнений Эйлера, но неверно найдено решение этой системы; для полученного решения из граничных условий определены постоянные интегрирования – 2 балла;- правильно выписана система уравнений Эйлера, но неверно найдено решение этой системы; для полученного решения из граничных условий неверно определены постоянные интегрирования или решение не завершено – 1 балл;- решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше – 0 баллов.</p>	<p>5</p>
<p>Умеет решать, с использованием принципа максимума Л.С. Понтрягина, задачи оптимального управления: – - обоснованно получен верный ответ – 5 баллов; - решение в целом верное, но либо имеет пробелы (например, решение при правильном ответе недостаточно обосновано), либо содержит вычислительные ошибки – 4 балла; - правильно составлена функция Понтрягина, правильно выписана сопряженная система, получено верное решение рассматриваемой системы уравнений, правильно выписаны условия трансверсальности, но не найдены постоянные интегрирования– 3 балла;- правильно составлена функция Понтрягина и правильно выписана сопряженная система, но неверно найдено решение рассматриваемой системы уравнений или неверно указаны условия трансверсальности – 2 балла;- правильно составлена функция Понтрягина и правильно выписана сопряженная система, но не найдено решение рассматриваемой системы уравнений; не указаны условия трансверсальности – 1 балл;- решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше – 0 баллов.</p>	<p>5</p>
<p>Знает методы решения задач вариационного исчисления на условный экстремум и умеет применять их для решения изопериметрических задач: - обоснованно получен верный ответ – 5 баллов; - решение в целом верное, но либо имеет пробелы (например, решение при правильном ответе недостаточно обосновано), либо содержит вычислительные ошибки – 4 балла; - правильно составлена функция Лагранжа, получено верное решение системы уравнений Эйлера, но не найдены постоянные интегрирования – 3 балла;- правильно составлена функция Лагранжа и правильно выписана система уравнений Эйлера, но неверно найдено решение этой системы уравнений – 2 балла;- правильно составлена функция Лагранжа и правильно выписана система уравнений Эйлера, но не найдено решение этой системы уравнений; не указаны условия, из которых определяются постоянные интегрирования – 1 балл;- решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше – 0 баллов</p>	<p>5</p>
<p>Знает методы решения задач вариационного исчисления на условный экстремум и умеет</p>	<p>5</p>

<p>применять их для решения задач Лагранжа: - обоснованно получен верный ответ – 5 баллов; - решение в целом верное, но либо имеет пробелы (например, решение при правильном ответе недостаточно обосновано), либо содержит вычислительные ошибки – 4 балла; - правильно составлена функция Лагранжа, получено верное решение системы уравнений Эйлера, правильно выписаны условия трансверсальности, но не найдены постоянные интегрирования – 3 балла; - правильно составлена функция Лагранжа и правильно выписана система уравнений Эйлера, но неверно найдено решение этой системы уравнений или неверно указаны условия трансверсальности – 2 балла; - правильно составлена функция Лагранжа и правильно выписана система уравнений Эйлера, но не найдено решение этой системы уравнений; не указаны условия трансверсальности – 1 балл; - решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше – 0 баллов.</p>	
<p>Умеет решать задачи Больца: - обоснованно получен верный ответ – 5 баллов; - решение в целом верное, но либо имеет пробелы (например, решение при правильном ответе недостаточно обосновано), либо содержит вычислительные ошибки – 4 балла; - получено верное решение уравнения Эйлера, но из правильно выписанных условий трансверсальности не найдены постоянные интегрирования – 3 балла; - правильно выписано уравнение Эйлера, но неверно найдено решение этого уравнения или неверно выписаны условия трансверсальности – 2 балла; - правильно выписано уравнение Эйлера, но неверно найдено решение этого уравнения, неверно выписаны условия трансверсальности – 1 балл; - решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше – 0 баллов.</p>	5

Итоговое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
<p>Умеет правильно формализовать экстремальные задачи. Знает постановку гладких экстремальных задач без ограничений, с ограничениями типа равенств, с ограничениями типа равенств и неравенств, необходимые и достаточные условия для гладких экстремальных задач. Умеет использовать теоретические результаты для обоснования правильности решения конкретной задачи: - ответ на вопрос исчерпывающий, изложен без ошибок, все выкладки обоснованы – 10 баллов; - основной материал изложен, однако при проведении математических преобразований допущены описки, неточности – 8 баллов; - ответ не полный, студент не знает отдельных деталей, допускает неточности и неточности при проведении математических преобразований – 6 баллов; - ответ изложен частично, изложение теоретического материала не завершено, допущены ошибки при проведении доказательств теорем, математических преобразований, вычислений, выкладок</p>	10

<p>– 4 балла;- ответ изложен частично, изложение теоретического материала не завершено, доказательство теорем отсутствует, допущены грубые математические ошибки при изложении теоретического материала – 2 балла;- ответ на вопрос отсутствует или не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше – 0 баллов.</p>	
<p>Владеет методами решения классических задач вариационного исчисления на условный экстремум. Знает постановки задач оптимального управления, формулировку принципа максимума для случаев свободных и закрепленных концов: - ответ на вопрос исчерпывающий, изложен без ошибок, все выкладки обоснованы – 10 баллов;- основной материал изложен, однако при проведении математических преобразований допущены описки, неточности – 8 баллов;- ответ не полный, студент не знает отдельных деталей, допускает негрубые ошибки и неточности при проведении математических преобразований – 6 баллов;- ответ изложен частично, изложение теоретического материала не завершено, допущены ошибки при проведении доказательств теорем, математических преобразований, вычислений, выкладок – 4 балла;- ответ изложен частично, изложение теоретического материала не завершено, доказательство теорем отсутствует, допущены грубые математические ошибки при изложении теоретического материала – 2 балла;- ответ на вопрос отсутствует или не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше – 0 баллов.</p>	10
<p>Знает постановку простейшей задачи вариационного исчисления, вывод основного необходимого условия экстремума функционала. Знает простейшие случаи интегрируемости уравнения Эйлера. Владеет навыками решения вариационных задач с функционалами, зависящими от векторных функций, со старшими производными, задач Больца. Знает достаточные условия экстремума функционала в простейшей задаче вариационного исчисления: - ответ на вопрос исчерпывающий, изложен без ошибок, все выкладки обоснованы – 10 баллов;- основной материал изложен, однако при проведении математических преобразований допущены описки, неточности – 8 баллов;- ответ не полный, студент не знает отдельных деталей, допускает негрубые ошибки и неточности при проведении математических преобразований – 6 баллов;- ответ изложен частично, изложение теоретического материала не завершено, допущены ошибки при проведении доказательств теорем, математических преобразований, вычислений, выкладок – 4 балла;- ответ изложен частично, изложение теоретического материала не завершено, доказательство теорем отсутствует, допущены грубые математические ошибки при изложении теоретического материала – 2 балла;- ответ на вопрос отсутствует или не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше – 0 баллов.</p>	10
<p>Знает определения выпуклого множества и выпуклой функции, формулировку задачи выпуклого программирования. Знает доказательство теоремы Куна–Таккера. Знает постановку и формы записи задач линейного программирования. Умеет привести общую задачу линейного программирования к канонической форме. Знает основные методы решения задач линейного программирования. Умеет применять теоретические результаты для решения конкретных задач линейного программирования: - ответ на вопрос</p>	10

<p>исчерпывающий, изложен без ошибок, все выкладки обоснованы – 10 баллов;- основной материал изложен, однако при проведении математических преобразований допущены описки, неточности – 8 баллов;- ответ не полный, студент не знает отдельных деталей, допускает негрубые ошибки и неточности при проведении математических преобразований – 6 баллов;- ответ изложен частично, изложение теоретического материала не завершено, допущены ошибки при проведении доказательств теорем, математических преобразований, вычислений, выкладок – 4 балла;- ответ изложен частично, изложение теоретического материала не завершено, доказательство теорем отсутствует, допущены грубые математические ошибки при изложении теоретического материала – 2 балла;- ответ на вопрос отсутствует или не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше – 0 баллов.</p>	
--	--