

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

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

**Кафедра информационных систем и математических методов в экономике**

Авторы-составители: **Симонов Петр Михайлович  
Мулюков Михаил Вадимович**

Рабочая программа дисциплины  
**ТЕОРИЯ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ**  
Код УМК 65431

Утверждено  
Протокол №9  
от «21» мая 2019 г.

Пермь, 2019

## **1. Наименование дисциплины**

Теория оптимального управления

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

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

Направление: **38.03.05** Бизнес-информатика  
направленность Бизнес-аналитика

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Теория оптимального управления** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**38.03.05** Бизнес-информатика (направленность : Бизнес-аналитика)

**ПК.13** способен проектировать и внедрять компоненты ИТ-инфраструктуры предприятия, обеспечивающие достижение стратегических целей и поддержку бизнес-процессов

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	38.03.05 Бизнес-информатика (направленность: Бизнес-аналитика)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	11
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	14
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	14
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	14
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (11 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Теория оптимального управления. Первый семестр**

Краткая историческая справка по экстремальным задачам. Примеры задач оптимального управления одноотраслевой экономикой. Общая постановка задач оптимизации. Решение задачи оптимального управления одноотраслевой экономикой прямым методом. Обсуждение результатов. Задачи классического вариационного исчисления. Постановка, определение решения, слабый экстремум, сильный экстремум. Общая идея метода вариаций. Необходимое условие локального экстремума в простейшей задаче вариационного исчисления. Лемма Дюбуа-Реймона. Уравнение Эйлера, экстремали. Вариационная задача с общими линейными краевыми условиями. Вариационная задача с запаздывающим аргументом. Задача Больца. Условия трансверсальности. Принцип максимума Понтрягина. Формулировка, доказательство методом игольчатых вариаций. Применение принципа максимума Понтрягина к задаче оптимального управления одноотраслевой экономикой. Зависимость момента переключения от параметров задачи. Достаточные условия оптимальности в задачах оптимального управления. Основная теорема и ее доказательство. Модифицированная теорема о достаточных условиях оптимальности, построение минимизирующих последовательностей. Задачи, линейные по управлению. Задача оптимального управления для нелинейной макроэкономической модели. Условие магистрального развития. Задачи оптимального управления для процессов с дискретным временем. Метод Гамильтона-Беллмана. Непрерывный и дискретный случаи. Применение к задаче оптимизации инвестиционного процесса.

#### **Тема 1. Введение в экстремальные задачи**

Краткая историческая справка по экстремальным задачам. Примеры задач оптимального управления одноотраслевой экономикой. Общая постановка задач оптимизации. Решение задачи оптимального управления одноотраслевой экономикой прямым методом. Обсуждение результатов.

#### **Тема 2. Задачи вариационного исчисления**

Задачи классического вариационного исчисления. Постановка, определение решения, слабый экстремум, сильный экстремум. Общая идея метода вариаций. Необходимое условие локального экстремума в простейшей задаче вариационного исчисления. Лемма Дюбуа-Реймона. Уравнение Эйлера, экстремали. Вариационная задача с общими линейными краевыми условиями. Вариационная задача с запаздывающим аргументом. Задача Больца. Условия трансверсальности.

#### **Тема 3. Принцип максимума Понтрягина**

Принцип максимума Понтрягина. Формулировка, доказательство методом игольчатых вариаций. Применение принципа максимума Понтрягина к задаче оптимального управления одноотраслевой экономикой. Зависимость момента переключения от параметров задачи.

#### **Тема 4. Достаточные условия оптимальности**

Достаточные условия оптимальности в задачах оптимального управления. Основная теорема и ее доказательство. Модифицированная теорема о достаточных условиях оптимальности, построение минимизирующих последовательностей. Задачи, линейные по управлению.

#### **Тема 5. Задача оптимального управления для нелинейной макроэкономической модели**

Задача оптимального управления для нелинейной макроэкономической модели. Условие магистрального развития.

#### **Тема 6. Задача оптимального управления для процессов с дискретным временем**

Задачи оптимального управления для процессов с дискретным временем.

#### **Тема 7. Метод Гамильтона-Беллмана**

Метод Гамильтона-Беллмана. Непрерывный и дискретный случаи. Применение к задаче оптимизации инвестиционного процесса.

### **Итоговое контрольное мероприятие**

Краткая историческая справка по экстремальным задачам. Примеры задач оптимального управления одноотраслевой экономикой. Общая постановка задач оптимизации. Решение задачи оптимального управления одноотраслевой экономикой прямым методом. Обсуждение результатов. Задачи классического вариационного исчисления. Постановка, определение решения, слабый экстремум, сильный экстремум. Общая идея метода вариаций. Необходимое условие локального экстремума в простейшей задаче вариационного исчисления. Лемма Дюбуа-Реймона. Уравнение Эйлера, экстремали. Вариационная задача с общими линейными краевыми условиями. Вариационная задача с запаздывающим аргументом. Задача Больца. Условия трансверсальности. Принцип максимума Понтрягина. Формулировка, доказательство методом игольчатых вариаций. Применение принципа максимума Понтрягина к задаче оптимального управления одноотраслевой экономикой. Зависимость момента переключения от параметров задачи. Достаточные условия оптимальности в задачах оптимального управления. Основная теорема и ее доказательство. Модифицированная теорема о достаточных условиях оптимальности, построение минимизирующих последовательностей. Задачи, линейные по управлению. Задача оптимального управления для нелинейной макроэкономической модели. Условие магистрального развития. Задачи оптимального управления для процессов с дискретным временем. Метод Гамильтона-Беллмана. Непрерывный и дискретный случаи. Применение к задаче оптимизации инвестиционного процесса.

## **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. Максимов В. П. Современные математические методы в экономике : Задачи управления и краевые задачи для линейных систем: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки магистров "Прикладная математика и информатика"/В. П. Максимов.-Пермь,2014, ISBN 978-5-7944-2406-5.-1.-Библиогр.: с. 148-151 <https://elis.psu.ru/node/348777>
2. Максимов В. П. Теория оптимального управления: вводный курс лекций: учебное пособие/В. П. Максимов.-Пермь: ПГНИУ, 2018, ISBN 978-5-7944-3068-4.-84.-Библиогр.: с. 69 <https://elis.psu.ru/node/511095>

### Дополнительная:

1. Методы оптимальных решений. учебное пособие для студентов высших учебных заведений по направлению "Прикладная математика и физика" : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки "Экономика" (080100), "Менеджмент" (080500), "Бизнес-информатика" (080700) : [в 2 т.].-Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2011. Т. 2. Многокритериальность. Динамика. Неопределенность/В. В. Токарев.-2011.-416, ISBN 978-5-9221-1258-1
2. Максимов В. П., Симонов П. М. Теория оптимального управления: задачи и упражнения: учебно-методические материалы/В. П. Максимов, П. М. Симонов.-Пермь, 2012.-40.
3. Лутманов С. В. Элементы выпуклого анализа и методы оптимизации: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки магистров "Механика и математическое моделирование"/С. В. Лутманов.-Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2018, ISBN 978-5-7944-3114-8.-1.-Библиогр.: с. 180 <https://elis.psu.ru/node/507855>
4. Рачков, М. Ю. Оптимальное управление в технических системах : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / М. Ю. Рачков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 120 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-09144-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/437559>
5. Математические методы и модели исследования операций: учебник для студентов высших учебных заведений по специальности 080116 "Математические методы в экономике" и другим экономическим специальностям/В. А. Колемаев [и др.] ; ред. В. А. Колемаев.-Москва: ЮНИТИ, 2009, ISBN 978-5-238-01325-1.-592.-Библиогр.: с. 588-589



## 9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

[https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5\\_%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) Теория оптимального управления.Первый семестр

[http://www.pereplet.ru/nauka/Soros/pdf/9706\\_121.pdf](http://www.pereplet.ru/nauka/Soros/pdf/9706_121.pdf) Теория оптимального управления.Первый семестр

[https://books.google.ru/books?id=7Q\\_8AgAAQBAJ&pg=PA11&lpg=PA11&dq=%D0%92%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5+%D0%B2+%D1%8D%D0%BA%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5+%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87%D0%B8&so](https://books.google.ru/books?id=7Q_8AgAAQBAJ&pg=PA11&lpg=PA11&dq=%D0%92%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5+%D0%B2+%D1%8D%D0%BA%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5+%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87%D0%B8&so) Введение в экстремальные задачи

<http://mathhelpplanet.com/static.php?p=primery-variatsionnyh-zadach> Задачи вариационного исчисления

<https://www.youtube.com/watch?v=VQeHHI5raiw> Принцип максимума Понтрягина

[http://edu.alnam.ru/book\\_v\\_tau2.php?id=88](http://edu.alnam.ru/book_v_tau2.php?id=88) Достаточные условия оптимальности

[http://asu.ugatu.ac.ru/library/146/kniga\\_\\_optimal\\_noe\\_upravlenie\\_v\\_ekonomike\\_\\_avtor\\_\\_b.a.\\_lagosh\\_a\\_.pdf](http://asu.ugatu.ac.ru/library/146/kniga__optimal_noe_upravlenie_v_ekonomike__avtor__b.a._lagosh_a_.pdf) Задача оптимального управления для нелинейной макроэкономической модели

[https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5\\_%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) Задача оптимального управления для процессов с дискретным временем

[https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5\\_%D0%93%D0%B0%D0%BC%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%BE%D0%BD%D0%B0\\_%E2%80%94\\_%D0%AF%D0%BA%D0%BE%D0%B1%D0%B8\\_%E2%80%94\\_%D0%91%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%BC%D0%B0%D0%BD](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%93%D0%B0%D0%BC%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%BE%D0%BD%D0%B0_%E2%80%94_%D0%AF%D0%BA%D0%BE%D0%B1%D0%B8_%E2%80%94_%D0%91%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%BC%D0%B0%D0%BD) Метод Гамильтона-Беллмана

[https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5\\_%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) Подготовка к итоговой аттестации по дисциплине

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

Образовательный процесс по дисциплине **Теория оптимального управления** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Образовательный процесс по дисциплине «Теория оптимального управления» предполагает:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

1. ПО Maplesoft Maple 26.12.21 (Система компьютерной алгебры MAPLE),

2. ПО Maplesoft Maple 15 26.12.21,
3. ПО Maple V Release 4 (свободное ПО),
4. Форсайт. Аналитическая платформа (свободное ПО).

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**

В учебном процессе для проведения лекционных и практических занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения лабораторных занятий требуется компьютерный класс. Состав оборудования определен в паспорте компьютерного класса.

Для самостоятельной работы требуется аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, а так же помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Материально-техническая база обеспечивается наличием:

1. Лекционные занятия - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
2. Занятий семинарского типа (практические занятия) - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
3. Лабораторные занятия - Компьютерный класс, оснащенный персональными ЭВМ и соответствующим программным обеспечением. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса.
4. Самостоятельная работа - аудитория для самостоятельной работы, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченная доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.
5. Текущий контроль и промежуточная аттестация - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.
6. Индивидуальные и групповые консультации - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской или аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами 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  
Теория оптимального управления**

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

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.13</b> способен проектировать и внедрять компоненты ИТ-инфраструктуры предприятия, обеспечивающие достижение стратегических целей и поддержку бизнес-процессов</p>	<p>Знать теорию оптимального управления для проектирования ИТ-инфраструктуры предприятия. Уметь применить теорию оптимального управления для достижения целей стратегических целей. Владеть теорией оптимального управления для управления бизнес-процессами.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает теорию оптимального управления для проектирования ИТ-инфраструктуры предприятия. Не умеет применить теорию оптимального управления для достижения целей стратегических целей. Не владеет навыками использования теории оптимального управления для управления бизнес-процессами.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Не уверенно знает теорию оптимального управления для проектирования ИТ-инфраструктуры предприятия. Удовлетворительный уровень умения применения теории оптимального управления для достижения целей стратегических целей. Удовлетворительное владение навыками теории оптимального управления для управления бизнес-процессами.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>В целом хорошее знание теории оптимального управления для проектирования ИТ-инфраструктуры предприятия В целом сформировано умение применять теорию оптимального управления для достижения целей стратегических целей. В целом демонстрирует хорошее владение навыками теорией оптимального управления для управления бизнес-процессами.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Высокий уровень знания теории оптимального управления для проектирования ИТ-инфраструктуры</p>

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>предприятия. Сформировано уверенное умение применения теории оптимального управления для достижения целей стратегических целей. Высокий уровень владения теорией оптимального управления для управления бизнес-процессами.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**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 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	Тема 1. Введение в экстремальные задачи <b>Входное тестирование</b>	Проверяются знания и умения по базовым информационным технологиям и математического анализа.
<b>ПК.13</b> способен проектировать и внедрять компоненты ИТ-инфраструктуры предприятия, обеспечивающие достижение стратегических целей и поддержку бизнес-процессов	Тема 2. Задачи вариационного исчисления <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знание базовых задач о быстродействии. Уметь решать задачи по оптимизация потребления при постоянной норме накопления. Оптимизация потребления при кусочно-постоянной норме потребления. Исследование простейших задач вариационного исчисления.
<b>ПК.13</b> способен проектировать и внедрять компоненты ИТ-инфраструктуры предприятия, обеспечивающие достижение стратегических целей и поддержку бизнес-процессов	Тема 5. Задача оптимального управления для нелинейной макроэкономической модели <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знать принцип максимума Понтрягина. Уметь применить достаточные условия оптимальности. Задача оптимального управления для нелинейной макроэкономической модели.
<b>ПК.13</b> способен проектировать и внедрять компоненты ИТ-инфраструктуры предприятия, обеспечивающие достижение стратегических целей и поддержку бизнес-процессов	Тема 7. Метод Гамильтона-Беллмана <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Знание задач теории оптимального управления для процессов с дискретным временем. Уметь применить метод Гамильтона - Якоби - Беллмана.

### Спецификация мероприятий текущего контроля

## Тема 1. Введение в экстремальные задачи

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

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

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

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Знания в области дифференциальных уравнений, интегрального исчисления	5
Нахождение экстремума в задачах математического анализа	5

## Тема 2. Задачи вариационного исчисления

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **34**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Задание № 1. Некоторые задачи о быстродействии.	7.4
Задание № 4. Исследование простейших задач вариационного исчисления.	7.3
Задание № 5. Исследование простейших задач вариационного исчисления.	7.3
Задание № 2. Оптимизация потребления при постоянной норме накопления.	6
Задание № 3. Оптимизация потребления при кусочно-постоянной норме потребления.	6

## Тема 5. Задача оптимального управления для нелинейной макроэкономической модели

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Задание № 8. Задача оптимального управления для нелинейной макроэкономической модели.	13.4
Задание № 6. Принцип максимума Понтрягина.	8.3
Задание № 7. Достаточные условия оптимальности.	8.3

## Тема 7. Метод Гамильтона-Беллмана

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **36**

Проходной балл: **18**

Показатели оценивания	Баллы
Задание 10. Метод Гамильтона - Якоби - Беллмана.	18
Задание 9. Задача оптимального управления для процессов с дискретным временем.	18