

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра информационных систем и математических методов в экономике

**Авторы-составители: Максимов Владимир Петрович
Симонов Петр Михайлович
Мулюков Михаил Вадимович**

Рабочая программа дисциплины
ТЕОРИЯ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ
Код УМК 87482

Утверждено
Протокол №10
от «09» июня 2021 г.

Пермь, 2021

1. Наименование дисциплины

Теория оптимального управления

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Направление: **01.03.02** Прикладная математика и информатика

направленность Математическое моделирование и информационные технологии в экономике

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

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

01.03.02 Прикладная математика и информатика (направленность : Математическое моделирование и информационные технологии в экономике)

ПК.3 Способность осуществлять теоретическое обобщение исходных данных, использовать современные математические модели и методы при решении задач моделирования в предметной области

Индикаторы

ПК.3.1 Осуществляет теоретическое обобщение информации, использует и модифицирует существующие математические модели в предметной области

ПК.3.2 Разрабатывает и внедряет новые методы и алгоритмы, обеспечивающие решение поставленной задачи в предметной области

ПК.3.3 Исследует построенную математическую модель на соответствие проблемной ситуации, разрабатывает алгоритмы и оценивает эффективность их использования

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	01.03.02 Прикладная математика и информатика (направленность: Математическое моделирование и информационные технологии в экономике)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	10
Объем дисциплины (з.е.)	5
Объем дисциплины (ак.час.)	180
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	70
Проведение лекционных занятий	42
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	28
Самостоятельная работа (ак.час.)	110
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (5) Итоговое контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (10 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Тема 1. Введение в экстремальные задачи. Краткий исторический очерк

Краткий исторический очерк содержит описание основных исторических этапов развития теории экстремальных задач с конкретными примерами типичных для каждого этапа задач.

Тема 2. Задачи вариационного исчисления

Дается с доказательством вывод уравнения Эйлера с использованием Леммы Дюбуа Реймона. Для задач с квадратичным интегралом предлагаются эффективные достаточные условия экстремума.

Тема 3. Принцип максимума Понтрягина

Дается формулировка принципа максимума Л.С. Понтрягина. Излагается идея его доказательства методом игольчатых вариаций.

Приводятся примеры применения.

Тема 4. Достаточные условия оптимальности

Излагаются с доказательством достаточные условия оптимальности в форме В.Ф. Кротова.

Лабораторная по исследованию задач вариационного исчисления

Решение задачи вариационного исчисления

Тема 5. Задача оптимального управления для нелинейной макроэкономической модели

Подробно рассматривается пример применения достаточных условий оптимальности к решению задачи оптимального управления для нелинейной макроэкономической модели с нелинейной производственной функции Кобба-Дугласа.

Тема 6. Задачи оптимального управления для процессов с дискретным временем

Излагаются аналогии основных теорем о достаточных условиях оптимальности применительно к динамическим моделям с дискретным временем.

Тема 7. Метод Гамильтона-Беллмана

С использованием основной теоремы о достаточных условиях оптимальности дается обоснование метода синтеза оптимального управления и вывод уравнения Гамильтона-Беллмана.

Итоговое контрольное мероприятие

Подготовка к итоговому экзамену предполагает систематизацию основных теоретических положений курса в соответствии со списком вопросов к экзамену.

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. 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>
3. 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. Максимов В. П., Симонов П. М. Теория оптимального управления: задачи и упражнения: учебно-методические материалы/В. П. Максимов, П. М. Симонов.-Пермь,2012.-40.
2. 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>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.apmath.spbu.ru/ru/staff/nogin/publ/publ5.pdf> Введение в теорию оптимального управления

<http://www.apmath.spbu.ru/ru/staff/nogin/publ/publ5.pdf> Введение в теорию оптимального управления

<http://www.apmath.spbu.ru/ru/staff/nogin/publ/publ5.pdf> Введение в теорию оптимального управления

<http://www.apmath.spbu.ru/ru/staff/nogin/publ/publ5.pdf> Введение в теорию оптимального управления

<http://www.apmath.spbu.ru/ru/staff/nogin/publ/publ5.pdf> Введение в теорию оптимального управления

<http://www.apmath.spbu.ru/ru/staff/nogin/publ/publ5.pdf> Введение в теорию оптимального управления

<http://www.apmath.spbu.ru/ru/staff/nogin/publ/publ5.pdf> Введение в теорию оптимального управления

<http://www.apmath.spbu.ru/ru/staff/nogin/publ/publ5.pdf> Введение в теорию оптимального управления

<http://www.apmath.spbu.ru/ru/staff/nogin/publ/publ5.pdf> Введение в теорию оптимального управления

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).

Интернет-сервисы и электронные ресурсы:

<http://www.unn.ru/pages/issues/aids/2007/56.pdf>;

http://www.tstu.ru/book/elib/pdf/2007/k_Gromov4.pdf;

<http://www.zyev.science/seminar/control.pdf>;

<http://www.apmath.spbu.ru/staff/nogin/publ/publ5.pdf>

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 изучения дисциплины "Теория оптимального управления" 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 самостоятельной работы и текущего контроля 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.

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

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 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
Теория оптимального управления**

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

ПК.3

Способность осуществлять теоретическое обобщение исходных данных, использовать современные математические модели и методы при решении задач моделирования в предметной области

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.3.1 Осуществляет теоретическое обобщение информации, использует и модифицирует существующие математические модели в предметной области</p>	<p>Применительно к задачам оптимального управления осуществляет теоретическое обобщение информации, использует и модифицирует существующие математические модели экстремальных задач. Знать постановки основных классов задач на экстремум. Уметь применять известные методы исследования задач на экстремум при наличии ограничений. Владеть практическими навыками решения типовых задач.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Демонстрирует недостаточный уровень способности к осуществлению теоретического обобщения информации. Испытывает явные и принципиальные затруднения при попытке обобщения информации. В целом не готов к использованию и модификации существующих математических моделей в сфере математического моделирования и информационных технологий в бизнесе. Уровень достижения компетенции не позволяет продолжать обучение.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Демонстрирует на необходимом уровне способность к осуществлению теоретического обобщения информации. В целом готов к использованию и модификации существующих математических моделей в сфере математического моделирования и информационных технологий в бизнесе. Уровень достижения компетенции позволяет продолжать обучение.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Демонстрирует способность к осуществлению теоретического обобщения информации, уверенно использует и при необходимости может модифицировать существующие математические модели в сфере математического моделирования и информационных технологий в бизнесе. Уровень достижения компетенции достаточен для успешного продолжения</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>обучения.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Демонстрирует в полной мере способность к осуществлению теоретического обобщения информации, уверенно и профессионально использует и при необходимости модифицирует существующие математические модели в сфере математического моделирования и информационных технологий в бизнесе. Уровень достижения компетенции близок к наивысшему.</p>
<p>ПК.3.2 Разрабатывает и внедряет новые методы и алгоритмы, обеспечивающие решение поставленной задачи в предметной области</p>	<p>При решении задач на условный экстремум в сфере математического моделирования и информационных технологий в бизнесе разрабатывает и внедряет новые методы и алгоритмы, обеспечивающие решение поставленной задачи. Знать общую классификацию математических моделей и модели, используемые при изучении бизнес-процессов. Уметь применять известные методы и алгоритмы анализа бизнес-процессов и предлагать их модификацию. Владеть практическими навыками использования математических моделей и информационных технологий.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Демонстрирует в целом недостаточную способность к разработке и внедрению новых методов и алгоритмов сфере математического моделирования и информационных технологий в бизнесе. Навыки к разработке и внедрению новых методов и алгоритмов находятся на уровне ниже минимальных требований. Уровень достижения компетенции не позволяет продолжать обучение.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Демонстрирует в целом удовлетворительную способность к разработке и внедрению новых методов и алгоритмов, обеспечивающих решение поставленной задачи в сфере математического моделирования и информационных технологий в бизнесе. Навыки к разработке и внедрению новых методов и алгоритмов соответствуют минимально необходимому уровню. Уровень достижения компетенции позволяет продолжать обучение.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Демонстрирует способность к разработке и внедрению новых методов и алгоритмов, обеспечивающих решение поставленной задачи в сфере математического моделирования и информационных технологий в бизнесе. Навыки к разработке и внедрению новых методов и алгоритмов</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>носят явно выраженный характер. Уровень достижения компетенции дает возможность успешного продолжения обучения.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Демонстрирует в полной мере способность к разработке и внедрению новых методов и алгоритмов, обеспечивающих решение поставленной задачи в сфере математического моделирования и информационных технологий в бизнесе. Навыки к разработке и внедрению новых методов и алгоритмов не вызывают сомнений. Уровень достижения компетенции близок к наивысшему.</p>
<p>ПК.3.3 Исследует построенную математическую модель на соответствие проблемной ситуации, разрабатывает алгоритмы и оценивает эффективность их использования</p>	<p>Применяя математическое моделирование и информационные технологии, исследует построенную математическую модель на соответствие проблемной ситуации, разрабатывает алгоритмы и оценивает эффективность их использования. Знать основные классы математических моделей. Уметь исследовать модель на соответствие конкретной проблемной ситуации. Владеть практическими навыками разработки алгоритмов исследования модели с оценкой их эффективности.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Демонстрирует отсутствие способности к исследованию построенной математическую модели на соответствие проблемной ситуации. Не готов к разработке алгоритмов и оценке. Уровень достижения компетенции не позволяет продолжить обучение.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Демонстрирует минимально необходимый уровень способности к</p> <ul style="list-style-type: none"> - исследованию построенной математическую модели на соответствие проблемной ситуации, - разработке алгоритмов, - оценке эффективности их использования в сфере математического моделирования и информационных технологий в бизнесе. <p>Уровень достижения компетенции позволяет продолжить обучение.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Уверенно и без грубых ошибок:</p> <ul style="list-style-type: none"> - исследует построенную математическую модель на соответствие проблемной ситуации, - разрабатывает алгоритмы, - правильно оценивает эффективность их использования

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>в сфере математического моделирования и информационных технологий в бизнесе. Уровень достижения компетенции достаточен для успешного продолжения обучения.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Уверенно и профессионально:</p> <ul style="list-style-type: none"> - исследует построенную математическую модель на соответствие проблемной ситуации, - разрабатывает алгоритмы, - правильно оценивает эффективность их использования <p>в сфере математического моделирования и информационных технологий в бизнесе. Уровень достижения компетенции близок к наивысшему.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : набор 2022

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 44 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 44 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Тема 1. Введение в экстремальные задачи. Краткий исторический очерк Входное тестирование	Экстремум нескольких переменных, методы интегрирования
ПК.3.1 Осуществляет теоретическое обобщение информации, использует и модифицирует существующие математические модели в предметной области ПК.3.3 Исследует построенную математическую модель на соответствие проблемной ситуации, разрабатывает алгоритмы и оценивает эффективность их использования ПК.3.2 Разрабатывает и внедряет новые методы и алгоритмы, обеспечивающие решение поставленной задачи в предметной области	Тема 2. Задачи вариационного исчисления Защищаемое контрольное мероприятие	Задача о брахистохроме

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.3.1 Осуществляет теоретическое обобщение информации, использует и модифицирует существующие математические модели в предметной области</p> <p>ПК.3.3 Исследует построенную математическую модель на соответствие проблемной ситуации, разрабатывает алгоритмы и оценивает эффективность их использования</p> <p>ПК.3.2 Разрабатывает и внедряет новые методы и алгоритмы, обеспечивающие решение поставленной задачи в предметной области</p>	<p>Тема 3. Принцип максимума Понтрягина</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Применение принципа максимума для задачи максимизации потребления при постоянной норме накопления</p>
<p>ПК.3.1 Осуществляет теоретическое обобщение информации, использует и модифицирует существующие математические модели в предметной области</p> <p>ПК.3.3 Исследует построенную математическую модель на соответствие проблемной ситуации, разрабатывает алгоритмы и оценивает эффективность их использования</p> <p>ПК.3.2 Разрабатывает и внедряет новые методы и алгоритмы, обеспечивающие решение поставленной задачи в предметной области</p>	<p>Тема 4. Достаточные условия оптимальности</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Применение принципа максимума для задачи максимизации потребления при постоянной норме накопления</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.3.1 Осуществляет теоретическое обобщение информации, использует и модифицирует существующие математические модели в предметной области</p> <p>ПК.3.3 Исследует построенную математическую модель на соответствие проблемной ситуации, разрабатывает алгоритмы и оценивает эффективность их использования</p> <p>ПК.3.2 Разрабатывает и внедряет новые методы и алгоритмы, обеспечивающие решение поставленной задачи в предметной области</p>	<p>Лабораторная по исследованию задач вариационного исчисления</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Решение задачи вариационного исчисления</p>
<p>ПК.3.1 Осуществляет теоретическое обобщение информации, использует и модифицирует существующие математические модели в предметной области</p> <p>ПК.3.3 Исследует построенную математическую модель на соответствие проблемной ситуации, разрабатывает алгоритмы и оценивает эффективность их использования</p> <p>ПК.3.2 Разрабатывает и внедряет новые методы и алгоритмы, обеспечивающие решение поставленной задачи в предметной области</p>	<p>Тема 5. Задача оптимального управления для нелинейной макроэкономической модели</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Решение задачи максимизации интегрального потребления для нелинейной модели экономики</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.3.1 Осуществляет теоретическое обобщение информации, использует и модифицирует существующие математические модели в предметной области</p> <p>ПК.3.3 Исследует построенную математическую модель на соответствие проблемной ситуации, разрабатывает алгоритмы и оценивает эффективность их использования</p> <p>ПК.3.2 Разрабатывает и внедряет новые методы и алгоритмы, обеспечивающие решение поставленной задачи в предметной области</p>	<p>Итоговое контрольное мероприятие</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Задача оптимального управления для процессов с дискретным временем. Метод Гамильтона - Якоби - Беллмана.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Тема 1. Введение в экстремальные задачи. Краткий исторический очерк

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
На все вопросы даны правильные ответы	10
Даны правильные ответы хотя бы на 5 вопросов	5

Тема 2. Задачи вариационного исчисления

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**

Проходной балл: **4.5**

Показатели оценивания	Баллы
Построен график решения	5
Найдена точка переключения решения (с использованием вычислительных пакетов)	5

Тема 3. Принцип максимума Понтрягина

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

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

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**

Проходной балл: **4.5**

Показатели оценивания	Баллы
Решена задача о максимизации потребления при постоянной норме накопления	10
Частично решена задача о максимизации потребления при постоянной норме накопления	4.5

Тема 4. Достаточные условия оптимальности

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

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

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**

Проходной балл: **4.5**

Показатели оценивания	Баллы
Найдены достаточные условия экстремального управления в задаче о максимизации потребления. Доказательство проведено безукоризненно	10
Найдены достаточные условия экстремального управления в задаче о максимизации потребления. Доказательство проведено не полностью или с ошибками	4.5

Лабораторная по исследованию задач вариационного исчисления

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

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

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**

Проходной балл: **4.5**

Показатели оценивания	Баллы
Найдены необходимые условия экстремали	5
Найдены достаточные условия экстремали	2.5
Доказано отсутствие экстремального значения	2.5

Тема 5. Задача оптимального управления для нелинейной макроэкономической модели

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

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

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **8.5**

Показатели оценивания	Баллы
Задачи максимизации интегрального потребления для нелинейной модели экономики полностью решена	20
Задачи максимизации интегрального потребления для нелинейной модели экономики решена частично	8.5

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
Задача оптимального управления для процессов с дискретным временем	20
Метод Гамильтона-Якоби-Беллмана	20