Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 16.07.2025 16:03:14
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет информационных технологий

УТВЕРЖДЕНО
Декан факультета
Информационных технологий
_____/ Д.Г. Демидов /
«_27_» _____февраля_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Непрерывные математические модели»

Направление подготовки/специальность
01.04.02 Прикладная математика и информатика
Профиль/специализация
«Системная аналитика больших данных»

Квалификация
магистр
Формы обучения
очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

Д.т.н., профессор  /Н. Н. Карабутов /

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Прикладная информатика»,
к.э.н., доцент  /С. В. Суворов /

Содержание

Оглавление

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3 Структура и содержание дисциплины 5
3.1Виды учебной работы и трудоемкость 5
3.2 Тематический план изучения дисциплины 6
3.3 Содержание дисциплины 6
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 8
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение 8
4.1 Основная литература 9
4.2 Дополнительная литература 9
4.3 Электронные образовательные ресурсы 9
5 Материально-техническое обеспечение 9
5.1 Требования к оборудованию и помещению для занятий 9
5.2 Требования к программному обеспечению 10
6 Методические рекомендации 10
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 10
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 10
7 Фонд оценочных средств 11
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 11
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 11
7.3 Оценочные средства 13

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины относится:

- формирование системы знаний, умений и навыков построения и анализа непрерывных математических моделей и изучение оптимизационных задач, использующих непрерывные математические модели;
- закрепление получаемых в семестре знаний и навыков на практике;
- формирование взаимосвязей, получаемых в семестре знаний и навыков с изученными ранее и изучаемых параллельно с данной дисциплиной;
- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра.

К **основным задачам** дисциплины относятся:

- освоение методологии, анализа и выбора принципов и методов математического моделирования, использования непрерывных моделей для практической деятельности;
- изучение и освоение теоретического материала, как в процессе контактной, так и в ходе самостоятельной работы;
- выполнение предоставленных практических заданий различных форм, как в процессе контактной, так и в ходе самостоятельной работы;
- самостоятельная работа над тематикой дисциплины для формирования компетенций основной образовательной программы.

Обучение по дисциплине «Непрерывные математические модели» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1. Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	ОПК-1.1. Знать: математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности ОПК-1.2. Уметь: решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний ОПК-1.3. Владеть: навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
ОПК-4. Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	ОПК-4.1. Знать: современные информационно- коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач с учетом требований информационной

	безопасности ОПК-4.2. Уметь: обосновывать выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, разрабатывать оригинальные программные средства для решения профессиональных задач с учетом требований информационной безопасности ОПК-4.3. Владеть: навыками разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач с учетом требований информационной безопасности

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к числу учебных дисциплин обязательной части.

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Математическое моделирование открытых данных;
- Открытые данные в математическом моделировании;
- Интеллектуальный анализ данных

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, т.е. 108 академических часов 10 часов лекций, 20 часов лабораторные занятия и 78 часа – самостоятельная работа студентов, экзамен - 3 семестр

3.1Виды учебной работы и трудоемкость

(по формам обучения)

3.1.1 Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			3	
1	**Аудиторные занятия**	**30**		
	В том числе:			
1.1	Лекции	10	10	
1.2	Семинарские/практические занятия			
1.3	Лабораторные занятия	20	20	
2	**Самостоятельная работа**	**78**	78	
3	**Промежуточная аттестация**		экзамен	
	Итого:	**108**		

3.2 Тематический план изучения дисциплины (по формам обучения)

3.2.1 Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Лабораторная работа ЛР-1. Оптимизации непрерывных моделей. Многокритериальная оптимизация. Примеры непрерывных моделей для оценки рисков.	29			10		19
2	Лабораторная работа ЛР-2. Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и краевых задач математической физики..	29			10		19
3	Л . 1. Введение. Основные понятия математического моделирования. Математическое описание, функциональный оператор и расчетный модуль.	25	5				20
4	… Л. 2. Математические модели непрерывных детерминированных систем и методы их анализа.	25	5				20
Итого		**108**	**10**		**20**		**78**

3.3 Содержание дисциплины

Л-1	Введение. Основные понятия математического моделирования. Математическое описание, функциональный оператор и расчетный модуль	5 ак. часа

Краткое содержание (перечень рассматриваемых вопросов) лекции:

- Предмет, задачи и содержание дисциплины.
- Роль непрерывных моделей в теории познания.
- Многообразие непрерывных моделей.
- Основные этапы развития непрерывных моделей.

- Структура курса, его место и роль в подготовке магистра, связь с другими дисциплинами.
- Простейшие математические модели
- Основы математического моделирования в физике.
- Основные понятия и принципы математического моделирования непрерывных моделей.

Контрольные вопросы:

1. Что такое непрерывные модели?
2. Приведите примеры непрерывных моделей в экономике и в экологии.
3. Как проверить существование переменной?
4. Как узнать, был ли передан параметр в скрипт?
5. Как узнать значение переданного в сценарий параметра?

Л-2	**Математические модели непрерывных детерминированных систем и методыих анализа.**	5 ак. часа

Краткое содержание (перечень рассматриваемых вопросов) лекции:

- Компьютерное моделирование и основные вычислительные алгоритмы моделирования, идентификации и оптимизации.
- Постановка задач идентификация и оптимизации.
- Выбор целевых функций и оптимизирующих переменных.
- Принципы работы алгоритмов идентификации и оптимизации
- Линейные ОДУ и их решения.
- Расширенное фазовое пространство и интегральные кривые.
- Теорема Коши существования и единственности решения ОДУ.
- Моделирование рыночного равновесия.
- Модель производства сбыта и хранения товаров, оптимизация прибыли.
- Модели управления запасов.
- Многокритериальная оптимизация в задаче управления запасами.
- Непрерывные модели ценных бумаг.
- Использование обыкновенных дифференциальных уравнений для моделирования демографических процессов, а также процесса установления зарплаты и уровня занятости.

Контрольные вопросы:

- Какой функцией выражается состояние экономики в задаче оптимального управления развитием экономики?
- Какой функцией выражается управление в задаче оптимального управления развитием экономики?
- Что описывает уравнение движения в задаче оптимального управления развитием экономики?
- Что выражают слагаемые целевого функционала задачи оптимального управления развитием экономики?
- Приоритеты чего устанавливают весовые коэффициенты в целевом функционале задачи оптимального управления развитием экономики?
- Какие соотношения величины непроизводственного потребления и валового продукта в задаче оптимального управления развитием экономики называются магистралью?
- Чем характеризуется оптимальное управление в периоды времени, предшествующие и последующие магистрали в задаче оптимального управления развитием экономики?
- Какой функцией выражается состояние в задаче оптимального управления распределением валовых капитальных вложений?
- Какой функцией выражается управление в задаче оптимального управления распределением валовых капитальных вложений?
- Что описывает уравнение движения в задаче оптимального управления распределением валовых капитальных вложений?
- Что выражают слагаемые целевого функционала задачи оптимального управления распределением валовых капитальных вложений?

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

ЛР-1	**Оптимизации непрерывных моделей. Многокритериальная оптимизация. Примеры непрерывных моделей для оценки рисков.**	4ак. часов

Цель выполнения лабораторной работы: Ознакомление с основами оптимизации непрерывных моделей и их реализации на практике.

Результат: Критерий качества непрерывной модели и его оптимальный план.

Порядок выполнения лабораторной работы:

- Подготовка к выполнению к работе, в том числе:
  - изучение основ непрерывных моделей.
- Выбор критерия качества.
- Определения оптимального плана.
- Анализ отраслевые математических моделей рисков.
- Защита лабораторной работы.

Контрольные вопросы:

1. В чем состоит суть комплексного метода Лагранжа-Понтрягина решения задачи оптимального управления?
2. Необходимые или достаточные условия оптимальности устанавливает принцип максимума Понтрягина?
3. Чем различаются управления по разомкнутому и по замкнутому контурам?
4. Какая задача определения оптимального управления называется задачей синтеза?
5. К решению какого уравнения сводится отыскание синтеза оптимального управления?
6. Приведите примеры базовых моделей расчета риска предприятий.

ЛР-2	**Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и краевых задач математической физики.**	4ак. часов

Цель выполнения лабораторной работы: Повторение основных понятий обыкновенных дифференциальных уравнений и краевых задач.

Результат: Частное и общее решение дифференциального уравнения для выбранной модели.

Порядок выполнения лабораторной работы:

- Подготовка к выполнению к работе, в том числе:
  - Повторение основ решенийобыкновенных дифференциальных уравнений.
- Получение варианта задания.
- Решение ДУ, согласно требованиям.
- Защита лабораторной работы.

Контрольные вопросы:

1. Приведите примеры линейных краевых задач для уравнений в частных производных, моделирующих процессы механики и физики
2. Приведите римеры нелинейных краевых задач для уравнений в частных производных, в том числе, задач с ограничениями, математическими моделями которых являются задачи на минимум функционалов энергии или вариационные неравенства.

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1.Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (уровень магистратуры) по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и

информатика, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 10.01.2018 №13.

2. Приказ Минобрнауки России от 09.02.2016 N 86 "О внесении изменений в Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры, утвержденный приказом Министерства бразования и науки Российской Федерации от 29 июня 2015 г. N636"(Зарегистрировано в Минюсте России 02.03.2016 N 41296).

3. Приказ ректора Московского политехнического университета от 01.09.2016 No 128-ОД о введение в действие положения о порядке проведения государственной итоговой аттестации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет».

4.2 Основная литература

1. .Введение в математическое моделирование: учеб. пособие/Под ред. П.В. Трусова. - М.: Логос, 2004, - 440 с.

http://www.knigafund.ru/books/178937

2. Лагоша Б. А.Оптимальное управление в экономике: учебное пособие.

Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, 2004.- 133 с. http://www.knigafund.ru/books/186751

…

4.3 Дополнительная литература

1. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие/В.П. Лисьев.- М.:Изд. центр ЕАОИ.-2010.-199 с. http://www.knigafund.ru/books/186516

Программное обеспечение: ТабличныйпроцессорMicrosoftOfficeExcel 2010 (2013)

…

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. https://online.mospolytech.ru/enrol/index.php?id=9158
2. https://online.mospolytech.ru/enrol/index.php?id=4480

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Операционная система, Windows 11 (или ниже) - Microsoft Open License
2. Офисные приложения, Microsoft Office 2013(или ниже) - Microsoft Open License

5 Материально-техническое обеспечение

5.1 Требования к оборудованию и помещению для занятий

Лабораторные работы и самостоятельная работа студентов должны проводиться в специализированной аудитории, оснащенной современной оргтехникой и персональными компьютерами с программным обеспечением в соответствии с тематикой изучаемого материала. Число рабочих мест в аудитории должно быть достаточным для обеспечения индивидуальной работы студентов. Рабочее место преподавателя должно быть оснащены

современным компьютером с подключенным к нему проектором на настенный экран, или иным аналогичным по функциональному назначению оборудованием.

Лекционные занятия должны проводиться в специализированных аудиториях с комплектом мультимедийного оборудования и/или доской для записей материалов. Число рабочих мест в аудитории должно быть достаточным для обеспечения индивидуальной работы студентов.

5.2 Требования к программному обеспечению

Для выполнения лабораторных работ и самостоятельной работы необходимо следующее программное обеспечение:

1. Microsoft windows.
2. Офисные приложения, Microsoft Office.
3. Веб-браузер, Chrome.
4. Microsoft Visio

Для проведения лекционных занятий специального программного обеспечения для освоения дисциплины не требуется.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

1. При подготовке к занятиям следует предварительно проработать материал занятия, предусмотрев его подачу точно в отведенное для этого время занятия. Следует подготовить необходимые материалы – теоретические сведения, задачи и др. При проведении занятия следует контролировать подачу материала и решение заданий с учетом учебного времени, отведенного для занятия.

2. При проверке работ и отчетов следует учитывать не только правильность выполнения заданий, но и оптимальность выбранных методов решения, правильность выполнения всех его шагов.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины осуществляется в строгом соответствии с целевой установкой в тесной взаимосвязи учебным планом. Основой теоретической подготовки студентов являются аудиторные занятия, лекции, лабораторные работы.

В процессе самостоятельной работы студенты закрепляют и углубляют знания, полученные во время аудиторных занятий, дорабатывают конспекты и записи, готовятся к проведению и обрабатывают результаты лабораторных работ, готовятся к промежуточной аттестации, а также самостоятельно изучают отдельные темы учебной программы.

На занятиях студентов, в том числе предполагающих практическую деятельность, осуществляется закрепление полученных, в том числе и в процессе самостоятельной работы, знаний. Особое внимание обращается на развитие умений и навыков установления связи положений теории с профессиональной деятельностью будущего специалиста в области Веб-технологий.

Самостоятельная работа осуществляется индивидуально. Контроль самостоятельной работы организуется в двух формах:

- самоконтроль и самооценка студента;
- контроль со стороны преподавателей (текущий и промежуточный).

Текущий контроль осуществляется на аудиторных занятиях, промежуточный контроль осуществляется на экзамене в письменной (устной) форме.

Критериями оценки результатов самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентом учебного материала;
- умения студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- сформированность компетенций;
- оформление материала в соответствии с требованиями.

7 Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

выполнение лабораторных работ, экзамен.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине.

Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
ОПК-1. Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики				
ОПК-1.1. Знать: математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие материалу дисциплины знаний, указанных в индикаторах компетенций дисциплины «Знать» (см. п. 3).	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний, указанных в индикаторах компетенций дисциплины «Знать» (см. п. 3). Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний, указанных в индикаторах компетенций дисциплины «Знать» (см. п. 3). Но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний, указанных в индикаторах компетенций дисциплины «Знать» (см. п. 3). Свободно оперирует приобретенными знаниями.

		знаниями при их переносе на новые ситуации.		
ОПК-4. Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности				
ОПК-4.1. Знать: современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач с учетом требований информационной безопасности ОПК-4.2. Уметь: обосновывать выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, разрабатывать оригинальные программные средства для решения профессиональных задач с учетом требований информационной безопасности ОПК-4.3. Владеть: навыками разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие материалу дисциплины знаний, указанных в индикаторах компетенций дисциплины «Знать» (см. п. 3).	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний, указанных в индикаторах компетенций дисциплины «Знать» (см. п. 3). Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний, указанных в индикаторах компетенций дисциплины «Знать» (см. п. 3). Но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний, указанных в индикаторах компетенций дисциплины «Знать» (см. п. 3). Свободно оперирует приобретенными знаниями.

и интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач с учетом требований информационной безопасности				

7.3 Оценочные средства

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Показатель:	**Критерии оценивания**			
	Допороговое значение	**Пороговое значение**		
	2	**3**	**4**	**5**
ЗНАТЬ	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие материалу дисциплины знаний, указанных в индикаторах компетенций дисциплины «Знать» (см. п. 3).	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний, указанных в индикаторах компетенций дисциплины «Знать» (см. п. 3). Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний, указанных в индикаторах компетенций дисциплины «Знать» (см. п. 3).Но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний, указанных в индикаторах компетенций дисциплины «Знать» (см. п. 3).Свободно оперирует приобретенными знаниями.
УМЕТЬ	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выполнять действия, указанных в индикаторах компетенций	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений, указанных в индикаторах компетенций дисциплины «Уметь»	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умений, указанных в индикаторах компетенций дисциплины «Уметь»	Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений, указанных в индикаторах

	дисциплины «Уметь» (см. п. 3).	(см. п. 3).Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	(см. п. 3).Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	компетенций дисциплины «Уметь» (см. п. 3).Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
ВЛАДЕТЬ	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет приемами, методами и иными умениями, указанными в индикаторах компетенций дисциплины «Владеть» (см. п. 3).	Обучающийся в неполном объеме владеетприемами, методами и иными умениями, указанными в индикаторах компетенций дисциплины «Владеть» (см. п. 3). Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет приемами, методами и иными умениями, указанными в индикаторах компетенций дисциплины «Владеть» (см. п. 3). Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет приемами, методами и иными умениями, указанными в индикаторах компетенций дисциплины «Владеть» (см. п. 3). Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации определена в п 5.6 «Положении о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного бюджетного образовательного учреждения

высшего образования «Московский политехнический университет», утвержденным приказом ректора Московского политехнического университета от 31.08.2017 № 843-ОД. В случае внесения изменений в документ или утверждения нового Положения, следует учитывать принятые правки.

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины. При этом используется балльно-рейтинговая система, включающая следующие критерии оценки.

Критерий	Значение критерия
Выполнение и защита лабораторных работ в срок	+5 баллов за каждую защищенную на отлично лабораторную работу; +1 балл за каждую защищенную на хорошо лабораторную работу. Максимальное значение критерия – не более 20 баллов.
Невыполнение и/или не защита (защита с оценкой «неудовлетворительно») лабораторных работ.	-10 баллов за одну лабораторную работу; -50 баллов, за две, три или четыре лабораторных работы; -100 баллов за пять и более лабораторных работ.
Выполнение экзаменационного задания	Максимальное значение критерия – 80 баллов.

Максимальная сумма набираемых по дисциплине баллов – 100. С началом каждого нового семестра изучения дисциплины набранные баллы обнуляются и рейтинг студента ведется заново. Перевод набранных баллов в оценку промежуточной аттестации производится согласно следующей таблице.

Оценка по балльно-рейтинговой системе	Оценка по итоговой аттестации
0 … 59	Неудовлетворительно
60 … 569	Удовлетворительно
70 … 85	Хорошо
86 … 100	Отлично

Шкалы оценивания результатов лабораторных работ

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Задание выполнено полностью и в срок. Отсутствуют ошибки в полученном результате. При процедуре защиты студент уверенно отвечает на контрольные вопросы, оперирует приобретенными знаниями и умениями, объясняет все этапы получения результата, его характеристики и причины их значений. Способен при необходимости доработать полученные

	результаты в соответствии с любыми незначительными изменениями в задании.
Хорошо	Задание выполнено полностью и в срок. Присутствуют незначительные ошибки в полученном результате. При процедуре защиты студент правильно отвечает на вопросы о ходе работы, оперирует приобретенными знаниями и умениями, однако возможны незначительные ошибки на дополнительные вопросы, в том числе и на вопросы для самоконтроля. Студент объясняет все этапы получения результата, его характеристики и причины их значений. Способен при необходимости доработать полученные результаты в соответствии с большинством незначительных изменений в задании.
Удовлетворительно	Задание выполнено либо со значительными ошибками, либо с опозданием. При процедуре защиты студент некорректно отвечает на некоторые дополнительные вопросы, в том числе и на вопросы для самоконтроля. Студент объясняет все этапы получения результата, его характеристики и причины их значений. Способен при необходимости доработать полученные результаты в соответствии с лишь некоторыми незначительными изменениями в задании.
Неудовлетворительно	Задание полностью не выполнено, либо выполнено не в срок и с грубыми ошибками. При процедуре защиты студент некорректно отвечает на большинство дополнительных вопросов, в том числе и на вопросы для самоконтроля. Не может объяснить этапы выполнения задания, характеристики и свойства полученного результата, причины и взаимосвязи между ними, исходными данными и своими действиями. Неспособен доработать полученные результаты в соответствии с незначительными изменениями в задании.

Экзаменационное задание

Экзаменационное задание выполняется студентом индивидуально, по итогам изучения дисциплины или ее части. При этом достижение порогового результата работы над экзаменационным заданием соответствует описанному в п. 3 данного документа этапу освоения соответствующих компетенций на базовом или продвинутом уровне.

Базовый уровень: способность выполнять полученное задание, применяя полученные знание и умения на практике, владеть соответствующими индикаторами компетенции при выполнении задания.

Продвинутый уровень: способность выполнять полученное задание и решать самостоятельно сформированные задачи, применяя полученные знание и умения на практике. Уверенно владеть соответствующими индикаторами компетенции при выполнении задания, комбинировать их между собой и с индикаторами других компетенций для достижения проектных результатов.

Форма экзаменационного задания выбирается преподавателем и утверждается на заседании кафедры. Экзамен может проходить в следующих формах и с использованием следующих оценочных средств.

Форма	Представление оценочного средства в ФОС
Устная.	Банк контрольных вопросов, соответствующих отдельным темам дисциплины (см. п. 4 настоящего документа). Вопросы формируют экзаменационный билет (см. ниже), состоящий из теоретических вопросов и практических заданий (типовые практические задания представлены ниже). Билеты, включая вопросы и практические задания,формируются преподавателем и утверждаются на заседании кафедры.В них могут быть включены дополнительные контрольные вопросы и задания, не требующие у студентов наличия не формируемых данной дисциплиной компетенций или более высоких этапов сформированности формируемых. Для ответа на каждый вопрос и для решения любого практического задания студент должен находится на требуемом для данной дисциплине уровне сформированности всех соответствующих ей компетенций: каждый вопрос и задание проверяет уровень сформированности всех соответствующих данной дисциплине компетенций.
Письменная.	Оценочное средство полностью соответствует оценочным средствам устной формы задания.
Практико-ориентированная (формат WorldSkills).	Типовое задание практико-ориентированного экзамена. Задание практико-ориентированного формируется преподавателем на основе типового и Методических рекомендаций по разработке задания ПОЭ, утверждаются на заседании кафедры.Задание ПОЭ проверяет уровень сформированности всех соответствующих дисциплине компетенций.

Типовой экзаменационный билет

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

по дисциплине

«НЕПРЕРЫВНЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ»

направление подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика

ВОПРОСЫ:

1. Краевые задачи: начальные и граничные условия.

2. Задачаоптимального управления развитием экономики.

3.Практическое задание.

Найдите общее решение уравнения и решите задачу Коши с указанным начальным условием:

1. $x\frac{\partial u}{\partial x}-\frac{1}{2}y\frac{\partial u}{\partial y}+(z+x^4y^2)\frac{\partial u}{\partial z}=0, u=\frac{2z-x^2}{2x^2}$ при $xy=-1$.
2. $x\frac{\partial u}{\partial x}+(y+\frac{x^4}{z})\frac{\partial u}{\partial y}+2z\frac{\partial y}{\partial z}=0, u=\frac{yz^5-1}{z^7}$ при $xz=1$.
3. $\frac{z}{y}\frac{\partial u}{\partial x}-2yz\frac{\partial u}{\partial y}+(z^2+2xy-1)\frac{\partial u}{\partial z}=0, u=xy-\frac{1}{2}$ при $xy+z^2=1$.
4. $(x^2+z^2)\frac{\partial u}{\partial x}+2(xy-xz^3)\frac{\partial u}{\partial y}+2xz\frac{\partial u}{\partial z}=0, u=\frac{y}{z}-\frac{z^2}{2}$ при $x^2-z^2=2$.
5. $x\frac{\partial u}{\partial x}+y\frac{\partial u}{\partial y}+z^2(x-3y)\frac{\partial u}{\partial z}=0, u=\frac{x^2}{y}$ при $3yz=1$.
6. $(y+2z^2)\frac{\partial u}{\partial x}-2x^2z\frac{\partial u}{\partial y}+x^2\frac{\partial u}{\partial z}=0, u=\frac{4z^3-x^3}{3}$ при $y+z^2+yz=0$
7. $xy^3\frac{\partial u}{\partial x}+x^2z^2\frac{\partial u}{\partial y}+y^3z\frac{\partial u}{\partial z}=0, u=y^4$ при $xz^3=1$.
8. $x\frac{\partial u}{\partial x}+(xz+y)\frac{\partial u}{\partial y}+z\frac{\partial u}{\partial z}=0, u=1-x$ при $x+y-z=0$.
9. $x(x+z)\frac{\partial u}{\partial x}+y(x-z)\frac{\partial u}{\partial y}-z(x+z)\frac{\partial u}{\partial z}=0, u=x+y$ при $z=1, x>0$
10. $2y(x-y^2)\frac{\partial u}{\partial x}-(x-y^2)\frac{\partial u}{\partial y}-4yz\frac{\partial u}{\partial z}=0, u=xy^2$ при $z=1$.
11. $x(x+y)\frac{\partial u}{\partial x}-y(x+y)\frac{\partial u}{\partial y}-z(x-y)\frac{\partial u}{\partial z}=0, u=x^2+y^2$ при $z=1$.
12. $x(y-z)\frac{\partial u}{\partial x}-y(y+z)\frac{\partial u}{\partial y}+z(y+z)\frac{\partial u}{\partial z}=0, u=y^2-x$ при $z=1$.
13. $2xz\frac{\partial u}{\partial x}+2yz\frac{\partial u}{\partial y}+(2x^2+y)\frac{\partial u}{\partial z}=0, u=\frac{z^2}{y}$ при $y=x^2$.
14. $(z+2x-2y)\frac{\partial u}{\partial x}+(z-2x+2y)\frac{\partial u}{\partial y}-2z\frac{\partial u}{\partial z}=0, u=xz^4$ при $x+y=0$.
15. $xz\frac{\partial u}{\partial x}-yz\frac{\partial u}{\partial y}+(x^3y+x^2)\frac{\partial u}{\partial z}=0, u=\left(\frac{z}{y}\right)^2$ при $y=x$.

Утверждено: _____ / _____ / «__» _____

20__г.

7.3.1 Вопросы для экзамена

1. Понятие моделирования. Этапы моделирования. Общие признаки и свойства моделей
2. Классификация моделей.
3. Непрерывность и дискретность. Непрерывные и дискретные математические модели. Преобразования непрерывных и дискретных математических моделей
4. Аналоговые и цифровые сигналы в природе и моделировании. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразования.
5. Производная функции одной или нескольких переменных, частные производные. Физический и геометрический смысл
6. Понятие нелинейных динамических систем. Математическое моделирование нелинейных динамических систем на примере математического маятника

7. Фазовые пространства и переменные. Изображающая точка. Фазовая траектория. Фазовый портрет динамической системы
8. Формальное определение динамических систем
9. Классификация динамических систем
10. Устойчивость решений динамических систем. Устойчивость по Ляпунову. Асимптотическая устойчивость. Экспоненциальная устойчивость
11. Подходы к анализу автономных динамических систем первого порядка.
12. Качественный анализ динамических систем первого порядка. Стационарные точки динамических систем
13. Теорема А.М. Ляпунова об устойчивости в первом приближении
14. Бифуркация в одномерных нелинейных динамических системах. Задача об изгибе колонны.
15. Основные понятия теории бифуркаций. Бифуркационная диаграмма. Бифуркационный параметр. Точка бифуркации.
16. Седлоузловая бифуркация. Бифуркация равновесий
17. Седлоузловая бифуркация в системе «Производители – потребители»
18. Бифуркация равновесий. Транскритическая бифуркация на прямой
19. Транскритическая бифуркация. Задача о чрезмерном потреблении природных ресурсов
20. Вилообразная бифуркация. Сверхкритический и докритический случай
21. Двумерные динамические системы. Основные понятия
22. Анализ автономных динамических систем второго порядка
23. Признаки устойчивости двумерных динамических систем
24. Устойчивость нелинейных двумерных автономных систем
25. Фазовые портреты двумерных автономных систем. Грубые и негрубые точки
26. Фазовые портреты двумерных автономных систем. Стационарные точки на бифуркационной диаграмме
27. Нелинейная динамика взаимодействия предприятий. Классификация Ю. Одума. Математический смысл знаковой нотации классификации Ю. Одума
28. Мальтузианская модель взаимодействия предприятий в отношении «Хищник-жертва»
29. Быстрые и медленные динамические переменные. Иерархия времен в динамических переменных. Теорема А.Н. Тихонова
30. Модель конкуренции с ограниченным ростом ресурсов
31. Простейшая математическая модель предельного цикла
32. Асимптотическая орбитальная устойчивость. Определение предельного цикла. Устойчивый и неустойчивый предельный цикл.
33. Критерии Бендиксона и Дюлака отсутствия предельных циклов
34. Модель Холлинга–Тэннера
35. Разнообразие режимов функционирования автономных систем первого порядка на прямой и плоскости
36. Модель Т. Мальтуса. Основные характеристики
37. Модель П. Ферхюльста. Основные характеристики
38. Модель Лотки – Вольтерры «Хищник-жертва». Основные характеристики
39. Демографическая модель
40. Модель распространения инноваций (нововведений)

41. Модель Л. Ричардсона гонки вооружений
42. Модель Ф. Ланчестера боевых действий
43. Модель Р. Солоу.
44. Приложение теоремы Ляпунова к анализу модели Солоу
45. Модель влияния инвестиционной политики на экономический рост
46. Модель Эванса установления равновесной цены
47. Паутинообразная динамическая модель установления равновесной цены
48. Бифуркации двумерных дин систем на плоскости
49. Транскритическая бифуркация на плоскости
50. Вилообразная бифуркация на плоскости. Сверхкритический случай