

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

«Утверждаю»

Декан факультета ВМК МГУ
имени М.В. Ломоносова

академик



Е.И. Моисеев

«___» _____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Метрические методы интеллектуального анализа данных»

Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре

Направление подготовки – 09.06.01 «информатика и вычислительная техника»

Профиль подготовки – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

1. НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Метрические методы интеллектуального анализа данных

2. УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.

3. НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ, НАПРАВЛЕННОСТЬ (ПРОФИЛЬ) ПОДГОТОВКИ

Направление 09.06.01 «информатика и вычислительная техника». Направленность (профиль) «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

4. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в вариативную часть образовательной программы.

5. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения
Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1)	У2 (УК-1) УМЕТЬ: при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений В2 (УК-1) ВЛАДЕТЬ: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
Владением методологией теоретических и экспериментальных исследова-	З1 (ОПК-1) ЗНАТЬ:

<p>ний в области профессиональной деятельности (ОПК-1)</p>	<p>современные математические методы, применяющиеся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий</p> <p>У1 (ОПК-1) УМЕТЬ: применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и информатики</p> <p>В1 (ОПК-1) ВЛАДЕТЬ: навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики</p>
<p>Владение современными алгоритмами компьютерной математики, способность совершенствовать, углублять и развивать математическую теорию, лежащую в их основе (ПК-3)</p>	<p>З1 (ПК-3) ЗНАТЬ: классические алгоритмы компьютерной математики, основные факты математической теории, лежащей в их основе;</p> <p>У1 (ПК-3) УМЕТЬ: применять классические алгоритмы компьютерной математики, оперировать основными фактами математической теории, лежащей в их основе;</p> <p>В1 (ПК-3) ВЛАДЕТЬ: базовыми навыками выбора алгоритмов компьютерной математики с учетом основных фактов математической теории, лежащей в их основе.</p>
<p>Владение классическими и специальными метрическими моделями данных и метрическими методами анализа данных, способность преобразовывать содержательные задачи для применения метрических моделей и методов (СПК-8)</p>	<p>З1 (СПК-8) ЗНАТЬ: классические и специальные модели представления и преобразования метрической информации, основные факты математической теории, лежащей в их основе;</p> <p>У1 (СПК-8) УМЕТЬ: применять классические и специальные метрические модели данных и методы их анализа, оперировать основными фактами математической теории, лежащей в их основе;</p> <p>В1 (СПК-8) ВЛАДЕТЬ: базовыми навыками выбора модели представления и преобразования</p>

	метрической информации с учетом основных фактов математической теории, лежащей в их основе.
--	---

Оценочные средства для промежуточной аттестации приведены в Приложении.

6. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов.

40 часов составляет контактная работа с преподавателем – 36 часа занятий лекционного типа, 0 часов занятий семинарского типа (семинары, научно-практические занятия, лабораторные работы и т.п.), 0 часов индивидуальных консультаций, 4 часа мероприятий промежуточной аттестации.

68 часов составляет самостоятельная работа аспиранта.

7. ВХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Учащиеся должны владеть знаниями по линейной алгебре, математическому анализу, теории вероятностей, математической статистике, соответствующим основным образовательным программам бакалавриата по укрупненным группам направлений и специальностей 01.00.00 «Математика и механика» или 02.00.00 «Компьютерные и информационные науки».

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Процесс обучения состоит из изучения теории и решения практических заданий, а также самостоятельного ознакомления с научными статьями. В ходе семестра студентом выполняется работа, по результатам которой выполняется доклад и пишется реферат. В середине семестра проводится контрольная работа. В конце семестра проводится устный экзамен.

9. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы					Самостоятельная работа обучающегося, часы			
		из них					из них			
Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего		
Модуль 1. Обзор фундаментальных задач интеллектуального анализа данных. Роль метрик в их формулировке и решении. Задачи обучения с учителем. Задачи обучения без учителя. Задачи с частичным обучением. Восстановление пропусков. Обзор фундаментальных типов данных: признаковые, метрические, транзакционные, отношения. Анализ популярных наборов. Анализ последовательностей. Уровни методов и технологий при разработке систем сбора и анализа информации. Основные подходы к заданию сходства. Функциональный подход: двуместные функции,	14	6	-	-	-	6	8	-		

удовлетворяющие аксиомам. Геометрический подход: определение в пространстве множеств точек. Табличный подход: матрицы попарного сходства над конечными множествами.										
Классическое определение метрики и метрического пространства. Аксиоматическое задание метрики. Построение топологии по метрике. Пространства сходящихся последовательностей. Фундаментальные последовательности и полные пространства. Роль аксиомы треугольника и непрерывность метрики. Роль аксиомы сепарабельности и единственность предела сходящейся последовательности. Различные модификации системы аксиом метрики и их интерпретация: расстояние, полуметрика, ультраметрика, квази-метрика, неравенство Птолемея. Аксиоматическое задание функций сходства. Сопоставление метрик и отношений эквивалентности, 0,1-метрики. Сопоставление метрик и отношений	30	10	-	-	-		10	20	-	

<p>порядка. Локальные метрики и их продолжение на всё пространство. Формализация понятия «между» в метрическом пространстве. Выпуклость метрического пространства по Менгеру. Аксиомы существования и единственности точек между заданными точками. Аксиомы существования и единственности продолжения луча. Теорема о единственности продолжения локально совпадающих метрик. Практический пример проверки аксиом и использования локального продолжения метрики.</p>										
<p>Геометрические подмножества общих метрических пространств. Понятия открытого и замкнутого шара, их согласованность с топологией метрического пространства. Понятия открытого и замкнутого обобщенного эллипсоида. Клет-</p>	24	8	-	-	-		8	16	-	

<p>ки Дирихле («сферы влияния»), автоматическое исправление ошибок. Геометрическое место точек, равноудаленных от заданных точек, проблема меры указанного подмножества.</p> <p>Понятие кривой в метрическом пространстве, длина кривой. Геодезическая линия, кривая наименьшей длины, сегмент. Свойство совпадения геодезических с множествами равноудаленных точек в обобщенных евклидовых пространствах.</p> <p>Примеры метрических пространств. Пространство изолированных точек, дискретная топология. Метрики l_1 (городских кварталов), l_2 (евклидова), l_{∞} (Чебышёва). Их физический смысл. Метрика l_p (Минковского). Форма шаров, вложенность единичных шаров. Зависимость объема шара от размерности пространства. Проблема сопоставления объема шаров в разных метриках с ростом</p>										
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

<p>размерности. Проблема единственности кратчайшего пути. Хаусдорфова метрика и другие метрики между подмножествами метрического пространства, индуцированные исходной метрикой между точками. Расстояния между функциями (графиками). Метрики на декартовом произведении метрических пространств. Случай конечного и бесконечного числа сомножителей, метрики на последовательностях.</p>										
<p>Классификация функций сходства. Сопоставление значений: номинальные, порядковые, арифметические (интервальные, относительные, разностные, абсолютные) шкалы. Понятие о граничных объектах. Аксиомы сходства, главный и вспомогательный аргументы. Классификация мер сходства по одному свойству (признаку). Функции сходства на декартовом</p>	18	6	-	-	-		6	12	-	

<p>произведении метрических пространств со значениями в различных шкалах. Характеристики метрик. Инвариантность расстояния относительно сдвига (параллельного переноса). Инвариантность расстояния относительно поворота. Инвариантность объема шаров относительно положения центра и направления на центр. Инвариантность формы шаров относительно положения центра и направления на центр. Ограниченность метрики. Ограниченность шаров. Выпуклость шаров. Односвязность шаров. Существование и единственность сегментов, непрерывность сегментов. Понятие полностью абсолютных и полностью относительных метрик, промежуточные метрики.</p>										
<p>Преобразования метрик. Изометрические преобразования пространств. Преоб-</p>	18	6	-	-	-		6	12	-	

<p>разования функций, сохраняющие метрические свойства. Некоторые достаточные условия преобразований, сохраняющих метрические свойства. Ограничение значений метрики (range componders). Примеры универсальных компандеров.</p> <p>Возможность монотонного преобразования произвольной функции в метрику.</p> <p>Возможность линейного преобразования произвольной ограниченной функции в метрику.</p> <p>Нормализация (релятивизация) метрик, зависимость от точки отсчета. Примеры для пространств множеств и евклидовых пространств.</p> <p>Переход от булеанов конечных множеств к пространствам бинарных векторов, соответствие мощности множества и длины вектора.</p> <p>Принцип самоорганизации при построении эвристических информационных моделей.</p>										
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

7. Промежуточная аттестация – экзамен	4	4	-
Итого	108	40	68

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ

Самостоятельная работа учащихся состоит в изучении лекционного материала, учебно-методической литературы, подготовки к текущему контролю и промежуточной аттестации.

Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Самостоятельные исследовательские работы студентов знакомят их с особенностями реализации и использования методов и технологий, описываемых в курсе. Примеры тем работ:

1. Наделение метрического пространства свойствами ЛВП
2. Нормализация метрик
3. Нормировка метрик
4. Способы оценки по выборке различных инвариантов метрических пространств
5. Связь между теорией метрик и теорией потоков, использование алгоритмов из теории потоков для метрик
6. Обучение метрик с учетом цели
7. Обучение метрик для реконструкции исходных описаний
8. Точный поиск ближайших соседей (NNS)
9. Приближенный поиск ближайших соседей (ANNS)
10. Алгоритмы реализации метрик
11. Коррекция локальных возмущений в конечных метриках
12. Обоснование и оценка качества метрических алгоритмов

Модуль 1 «Задачи анализа данных, роль понятий сходства и различия»

1. Воронин Ю.А. Начала теории сходства. Новосибирск: Наука, СО, 1991.
2. Воронин Ю.А. Теория классификации и её приложения. Новосибирск: Наука, СО, 1985.
3. Дидэ Э. Методы анализа данных. Пер. с фр. М.: Финансы и статистика, 1985.

Модуль 2 «Классическая теория метрических пространств, теория конфигураций сходства»

1. Воронин Ю.А. Начала теории сходства. Новосибирск: Наука, СО, 1991.
2. Деза Е., Деза М. Энциклопедический словарь расстояний. Пер. с англ. М.: Наука, 2008.
3. Кочетков Д.В. О функциях близости. Сообщения по прикл. матем. ВЦ АН СССР. 1978.
4. Шрейдер Ю.А. Что такое расстояние? М.: Физматгиз. 1963.

Модуль 3 «Элементы метрических пространств, их роль в анализе данных»

1. Скворцов В.А. Примеры метрических пространств. М.: МЦНМО, 2002.
2. Майсурадзе А.И. О поиске оптимального коллективного слагаемого для набора метрических конфигураций // Искусственный интеллект (ИИ). 2006. №2. С.183-187.
3. Майсурадзе А.И. О свойствах оптимальных точечных конфигураций для одного семейства функционалов сравнения метрических конфигураций // Ж. вычисл. матем. и матем.
4. Бузедан Г. Геометрия геодезических. М.: Физматгиз. 1962.
5. Basalaj W. Proximity Visualization of Abstract Data. Dissertation work. 2001.

Модуль 4 «Классификация функций сходства, их интерпретация в задачах анализа»

1. Майсурадзе А.И. Гомогенные и ранговые базисы в пространствах метрических конфигураций // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. (ЖВМиМФ). 2006. Т.46. №2. С.344-361.
2. Кочетков Д.В. Построение алгоритма вычисления расстояний для одного класса метрических пространств. Сообщения по прикл. матем. ВЦ АН СССР. 1978.
3. Тылкин М.Е. О геометрии Хэмминга единичных кубов. // Доклады АН СССР, 1960, Т.134, С.1037-1040.

Модуль 5 «Преобразования функций сходства, влияние на качество анализа»

1. Деза М., Лоран М. Геометрия разрезов и метрик. Пер. с англ. М.: МЦНМО, 2001.
2. Майсурадзе А.И. Об оптимальных разложениях конечных метрических конфигураций в задачах распознавания образов // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. (ЖВМиМФ). 2004. Т.44. №9. С.1697-1707.
3. Дидэ Э. Методы анализа данных. Пер. с фр. М.: Финансы и статистика, 1985.
4. Дэйвисон М. Многомерное шкалирование. М.: Финансы и статистика, 1988.
5. Тылкин М.Е. О реализуемости матриц расстояний в единичных кубах. // Проблемы кибернетики, 1962, Т.7, С.31-42.
6. Yianilos P.N. Normalized Forms for Two Common Metrics. Princeton: NEC Research Institute. 2002.

11. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Основная литература

1. Воронин Ю.А. Начала теории сходства. Новосибирск: Наука, СО, 1991.
2. Воронин Ю.А. Теория классификации и её приложения. Новосибирск: Наука, СО, 1985.
3. Деза Е., Деза М. Энциклопедический словарь расстояний. Пер. с англ. М.: Наука, 2008.
4. Деза М., Лоран М. Геометрия разрезов и метрик. Пер. с англ. М.: МЦНМО, 2001.
5. Скворцов В.А. Примеры метрических пространств. М.: МЦНМО, 2002.
6. Майсурадзе А.И. Гомогенные и ранговые базисы в пространствах метрических конфигураций // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. (ЖВМиМФ). 2006. Т.46. №2. С.344-361.
7. Майсурадзе А.И. О поиске оптимального коллективного слагаемого для набора метрических конфигураций // Искусственный интеллект (ИИ). 2006. №2. С.183-187.
8. Майсурадзе А.И. О свойствах оптимальных точечных конфигураций для одного семейства функционалов сравнения метрических конфигураций // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. (ЖВМиМФ). 2005. Т.45. №9. С.1741-1748.
9. Майсурадзе А.И. Об оптимальных разложениях конечных метрических конфигураций в задачах распознавания образов // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. (ЖВМиМФ). 2004. Т.44. №9. С.1697-1707.

Дополнительная литература

1. Буземан Г. Геометрия геодезических. М.: Физматгиз. 1962.
2. Дидэ Э. Методы анализа данных. Пер. с фр. М.: Финансы и статистика, 1985.
3. Дэйвисон М. Многомерное шкалирование. М.: Финансы и статистика, 1988.
4. Кочетков Д.В. О функциях близости. Сообщения по прикл. матем. ВЦ АН СССР. 1978.
5. Кочетков Д.В. Построение алгоритма вычисления расстояний для одного класса метрических пространств. Сообщения по прикл. матем. ВЦ АН СССР. 1978.
6. Тылкин М.Е. О геометрии Хэмминга единичных кубов. // Доклады АН СССР, 1960, Т.134, С.1037-1040.
7. Тылкин М.Е. О реализуемости матриц расстояний в единичных кубах. // Проблемы кибернетики, 1962, Т.7, С.31-42.
8. Шрейдер Ю.А. Что такое расстояние? М.: Физматгиз. 1963.
9. Basalaj W. Proximity Visualization of Abstract Data. Dissertation work. 2001.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

1. <http://www.machinelearning.ru>
2. <http://elibrary.ru>
3. <http://www.scopus.com>

ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

1. Программное обеспечение для подготовки презентаций MS PowerPoint
2. Программное обеспечение для просмотра pdf-документов Adobe Reader
3. Издательская система LaTeX.
4. Средство реализации программного стенда по выбору студента

Материально-техническая база

Для преподавания дисциплины требуется класс, оборудованной маркерной или меловой доской и проектором.

Для самостоятельной работы по разработке программного стенда и проведения экспериментов требуется компьютерный класс (машинный зал).

12. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Русский

13. РАЗРАБОТЧИК ПРОГРАММЫ, ПРЕПОДАВАТЕЛИ

Доцент, к.ф.-м.н. **Майсурадзе А. И.**

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Метрические методы интеллектуального анализа данных»**

Средства для оценивания планируемых результатов обучения, критерии и показатели оценивания приведены ниже.

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) <i>(критерии и показатели берутся из соответствующих карт компетенций, при этом пользуются либо традиционной системой оценивания, либо БРС)</i>					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
	1	2	3	4	5	
	Неудовлетворительно	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично	
УМЕТЬ: анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов У1 (УК-1)	Отсутствие умений	Частично освоенное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов	В целом успешно, но не систематически осуществляемые анализ альтернативных вариантов решения исследовательских и практических задач и оценка потенциальных выигрышей/проигрышей реализации этих вариантов	В целом успешно, но содержащие отдельные пробелы анализ альтернативных вариантов решения исследовательских задач и оценка потенциальных выигрышей/проигрышей реализации этих вариантов	Сформированное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов	доклады на научных семинарах
ВЛАДЕТЬ: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при реше-	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа методо-	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков	Успешное и систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих	доклады на научных семинарах

исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях В1 (УК-1)		нии исследовательских и практических задач	логических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	
ЗНАТЬ: современные математические методы, применяющиеся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий Код 31 (ОПК-1)	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных математических методах, применяющихся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий	В целом сформированные, но неполные знания о современных математических методах, применяющихся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современных математических методах, применяющихся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий	Сформированные систематические знания о современных математических методах, применяющихся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий	Устный экзамен
УМЕТЬ: применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и информатики Код У1 (ОПК-1)	Отсутствие умений	Фрагментарные умения применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и информатики	В целом успешное, но не систематическое умение применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и информатики	Успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и информатики	Сформированное умение применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и информатики	Устный экзамен

<p>ВЛАДЕТЬ: навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики Код В1 (ОПК-1)</p>	Отсутствие навыков	Фрагментарное владение навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики	В целом успешное, но не полное владение навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики	Успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики	Сформированное владение навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики	реферат
<p>ЗНАТЬ: современные алгоритмы компьютерной математики, математическую теорию, лежащую в их основе Код 31 (ПК-3)</p>	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных алгоритмах компьютерной математики, о математической теории, лежащей в их основе	В целом сформированные, но неполные знания о современных алгоритмах компьютерной математики, о математической теории, лежащей в их основе	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современных алгоритмах компьютерной математики, о математической теории, лежащей в их основе	Сформированные систематические знания о современных алгоритмах компьютерной математики, о математической теории, лежащей в их основе	Устный экзамен
<p>УМЕТЬ: применять современные алгоритмы компьютерной математики, оперировать фактами математической теории, лежащей в их основе Код У1 (ПК-3)</p>	Отсутствие умений	Фрагментарные умения применять современные алгоритмы компьютерной математики, оперировать фактами математической теории, лежащей в их основе	В целом успешное, но не систематическое умение применять современные алгоритмы компьютерной математики, оперировать фактами математической теории, лежащей в их основе	Успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять современные алгоритмы компьютерной математики, оперировать фактами математической теории, лежащей в их основе	Сформированное умение применять современные алгоритмы компьютерной математики, оперировать фактами математической теории, лежащей в их основе	Отчет, реферат

31 (СПК-8) ЗНАТЬ: классические и специальные модели представления и преобразования метрической информации, основные факты математической теории, лежащей в их основе;	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о классических и специальных моделях представления и преобразования метрической информации, основные факты математической теории, лежащей в их основе	В целом сформированные, но неполные знания о классических и специальных моделях представления и преобразования метрической информации, основные факты математической теории, лежащей в их основе	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о классических и специальных моделях представления и преобразования метрической информации, основные факты математической теории, лежащей в их основе	Сформированные систематические знания о классических и специальных моделях представления и преобразования метрической информации, основные факты математической теории, лежащей в их основе	Устный экзамен
У1 (СПК-8) УМЕТЬ: применять классические и специальные метрические модели данных и методы их анализа, оперировать основными фактами математической теории, лежащей в их основе;	Отсутствие умений	Фрагментарные умения применять классические и специальные метрические модели данных и методы их анализа, оперировать основными фактами математической теории, лежащей в их основе;	В целом успешное, но не систематическое умение применять классические и специальные метрические модели данных и методы их анализа, оперировать основными фактами математической теории, лежащей в их основе;	Успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять классические и специальные метрические модели данных и методы их анализа, оперировать основными фактами математической теории, лежащей в их основе;	Сформированное умение применять классические и специальные метрические модели данных и методы их анализа, оперировать основными фактами математической теории, лежащей в их основе;	Отчет
В1 (СПК-8) ВЛАДЕТЬ: базовыми навыками выбора модели представления и преобразования метрической	Отсутствие навыков	Фрагментарное владение навыками выбора модели представления и преобразования метрической информации с	В целом успешное, но не полное владение навыками выбора модели представления и преобразования	Успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками выбора модели представления и	Сформированное владение навыками выбора модели представления и преобразования метрической информации с	реферат

информации с учетом основных фактов математической теории, лежащей в их основе.		учетом основных фактов математической теории, лежащей в их основе.	метрической информации с учетом основных фактов математической теории, лежащей в их основе.	преобразования метрической информации с учетом основных фактов математической теории, лежащей в их основе.	учетом основных фактов математической теории, лежащей в их основе.	
---	--	--	---	--	--	--

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения
Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Особенности организации процесса обучения

Для эффективного освоения курса рекомендуется перед каждым занятием привести в порядок конспекты лекций. После каждого занятия рекомендуется найти и прочитать дополнительную литературу по теме лекции и прочитать свои конспекты.

Система контроля и оценивания

В начале семестра студенты выбирают тему самостоятельного исследования. Тема закрепляется за студентом после представления им «Плана исследования», содержащего список подобранной литературы. За каждую самостоятельную работу и сдаваемые материалы выставаются баллы:

Вид работы	Максимальное количество баллов
Тестирование программного стенда	3
Контрольная работа	3
Устная презентация	3
Реферат	3

Таким образом, за семестр студент может максимально набрать $M=12$ баллов. В конце семестра баллы конвертируются в оценку O_1 следующим образом:

меньше $M/2$ баллов – $O_1=2$;

больше или равно $M/2$ баллов, но меньше $2M/3$ – $O_1=3$;

больше или равно $2M/3$ баллов, но меньше $5M/6$ – $O_1=4$;

больше или равно $5M/6$ баллов – $O_1=5$.

На экзамене оценка О1 является стартовой. Окончательная оценка определяется исходя из оценки устного ответа студента, при этом она не может быть меньше предварительной оценки и не может быть больше её более чем на 1 балл. Структура и график контрольных мероприятий приведены ниже в таблице.

Структура и график контрольных мероприятий

Защита плана исследования на 3-й неделе
Тестирование программного стенда на 8-й неделе
Контрольная работа на 12-й неделе
Устная презентация на 15-й неделе
Реферат (в конце семестра)
Устный экзамен (в конце семестра)

Дополнительные сведения о системе контроля. Мониторинг успеваемости студентов проводится в течение семестра 5 раз: по итогам 1-3, 4-8, 9-12, 13-15, 16-18 учебных недель (18-я неделя зачетная).

При выставлении итоговой оценки используется шкала, приведенная в таблице:

Сумма баллов	Оценка
Менее 6	2
6 – менее 8	3
8 – менее 10	4
10 – 12	5