

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
прикладной математики и
информатики**

А.М. Райгородский

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Математические модели и методы управления
по направлению:	Информатика и вычислительная техника
профиль подготовки:	Прикладная математика и информатика Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики кафедра интеллектуальных систем
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

- 1 (осенний) - Дифференцированный зачет
- 2 (весенний) - Дифференцированный зачет
- 3 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 90 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 60 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 45 час.

Всего часов: 135, всего зач. ед.: 3

Программу составил: К.В. Воронцов, д-р физ.-мат. наук, заведующий кафедрой

Программа обсуждена на заседании кафедры интеллектуальных систем 02.04.2024

Аннотация

- Рассматриваются теоретические основы применения математических моделей в управлении организационными системами. Изложены главные понятия математического моделирования, приведены методы структурного и функционального моделирования организационных систем.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- Освоение студентами фундаментальных знаний теоретических основ, методов и моделей управления.

Задачи дисциплины

- формирование базовых знаний в области теории и методов управления как дисциплины, интегрирующей общематематическую и общетеоретическую подготовку математиков и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов принципам создания моделей управления, выявление особенностей возникающих задач;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области оптимизации и управления в рамках выпускных работ на степень магистра.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области информатики и вычислительной техники, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области информатики и вычислительной техники и их практическую значимость
	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области информатики и вычислительной техники, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.4 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
	ОПК-3.5 Способен адаптировать зарубежные комплексы обработки информации и автоматизированного проектирования к нуждам отечественных предприятий
	ОПК-3.6 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
	ОПК-3.7 Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач
	ПК-2.1 Знает основы научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий, владеет знанием основ философии и методологии науки; знанием методов научных исследований и навыками их проведения

ПК-2 Понимает и способен применить в научно-исследовательской и прикладной деятельности основные законы естествознания, современный математический аппарат и алгоритмы, современные информационно-коммуникационные технологии	ПК-2.2 Умеет применять полученные знания в области фундаментальных научных основ теории информации и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности
	ПК-2.3 Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области информационно-коммуникационных технологий
	ПК-2.4 Владеет методами и алгоритмами решения задач цифровой обработки сигналов, использования сети Интернет, аннотирования, реферирования, библиографического поиска, опыт работы с научными источниками
ПК-3 Владеет навыками участия в научных дискуссиях, выступления с сообщениями и докладами устного, письменного и виртуального (размещение в информационных сетях) характера, представления материалов собственных исследований	ПК-3.1 Знает основы ведения научной дискуссии и формы устного научного высказывания
	ПК-3.2 Умеет вести корректную дискуссию в области информационных технологий задавать вопросы и отвечать на поставленные вопросы по теме научной работы
	ПК-3.3 Имеет практический опыт участия в научных студенческих конференциях, очных, виртуальных, заочных обсуждениях научных проблем в области информационных технологий
ПК-1 Готов к включению в профессиональное сообщество; способен проводить под научным руководством локальные исследования на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности	ПК-1.1 Знает принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, способы аргументации; владеет навыками подготовки научных обзоров, публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований на русском и английском языке
	ПК-1.2 Умеет решать научные задачи с пониманием существующих подходов к верификации моделей программного обеспечения в связи с поставленной целью и в соответствии с выбранной методикой
	ПК-1.3 Имеет практический опыт выступлений и научной аргументации при анализе объекта научной и профессиональной деятельности

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- место и роль задач динамического оптимального управления большой размерности в научных исследованиях;
- модели управления с большим числом уравнений и связей;
- принципы координации в многомерных задачах управления;
- подходы точного, приближённого и итеративного агрегирования в многомерных задачах управления;
- основные подходы понижения размерности в задачах оптимального управления.

уметь:

- применять на практике подходы понижения размерности динамических задач;
- выявлять специфику задач оптимального управления для применения декомпозиции;
- дать обоснование применяемого подхода;
- дать оценки для субоптимальных решений;
- программировать на компьютере те или иные алгоритмы декомпозиции.

владеть:

- анализом сложной динамической системы;
- адекватными подходами для эффективного понижения размерности задач оптимального управления;
- теоретическим аппаратом основных подходов теории оптимального управления чтобы применять методы понижения размерности.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Метод Лагранжа в многоуровневой координации. Принцип Бендерса.	6			
2	Необходимые сведения из теории оптимального управления и автоматического регулирования. Иерархические задачи оптимального управления.	6			
3	Разностные схемы и двухуровневая методика. Декомпозиция о временным интервалам.	6			5
4	Слабосвязанные системы.	6			5
5	Субоптимальное управление в задачах с обратной связью. Разложение по областям пространственных переменных. Диагональная декомпозиция. Применение метода генерации столбцов.	6			5
6	Влияние перекрёстных связей. Расщепление многомерных динамических систем. Устойчивость многосвязных систем		10		5
7	Итеративное агрегирование.		10		5
8	Точное и приближённое агрегирование.		10		5
9	Разложение по методу малого параметра.		15		10
10	Разреженные матрицы.		15		5
Итого часов		30	60		45
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		135 час., 3 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 1 (Осенний)

1. Метод Лагранжа в многоуровневой координации. Принцип Бендерса.

Принцип Пирсона в управлении. Целевая координация. Принцип прогноза взаимодействия. Метод двойственной координации. Метод слаженной координации. Метод последовательной фиксации параметров. Применение к линейно-квадратичным системам. Доказательство сходимости.

2. Необходимые сведения из теории оптимального управления и автоматического регулирования. Иерархические задачи оптимального управления.

Понятие управляемой системы. Критерий управляемости и наблюдаемости. Формализм Гамильтона-Понтрягина. Принцип оптимальности Беллмана. Управление стохастическими системами. Управление при неопределённости. Фильтр Калмана. Области достижимости. Динамическая транспортная задача. Проблема распределения ресурсов в динамических системах. Примеры с распределёнными параметрами. Наличие перекрёстных связей.

3. Разностные схемы и двухуровневая методика. Декомпозиция по временным интервалам.

Изучение задач управления после дискретизации операторов в частных производных. Выявление ленточной структуры матриц. Применение диагональной декомпозиции. Разбиение исходных интервалов на подинтервалы, в которых нарушаются свойства регулярности. Координация на основе условий непрерывности в точках разбиения.

4. Слабосвязанные системы.

Выделение диагональных подматриц линейных динамических систем. Оценка радиуса круга, в котором лежат собственные числа указанных подматриц. Модель отклонения движения самолёта.

5. Субоптимальное управление в задачах с обратной связью. Разложение по областям пространственных переменных. Диагональная декомпозиция. Применение метода генерации столбцов.

Задачи с обратной связью. Анализ уравнения Риккати. Искусственное разбиение на подсистемы. Применение к задаче движения тела между круговыми орбитами. Разбиение области на подобласти в управлении системами с распределёнными параметрами. Построение итеративных методов декомпозиции для сопряжённых решений. Редукция систем по одинаковым собственным значениям части матрицы. Сведение к задачам обобщённого математического программирования задач управления с закреплённым концом. Применение декомпозиции Данцига-Вулфа.

Семестр: 2 (Весенний)

6. Влияние перекрёстных связей. Расщепление многомерных динамических систем. Устойчивость многосвязных систем

Понятие многосвязных систем. Критерии устойчивости для подсистем. Метод векторных функций Ляпунова. Критерий устойчивости многосвязных систем. Модель продольного движения самолёта. Нелинейное взаимодействие между подсистемами.

7. Итеративное агрегирование.

Динамические иерархические системы с общим ресурсным ограничением. Правило ввода агрегатов. Локальная монотонность итеративного агрегирования. Постановка с подсистемами с распределёнными параметрами. Аналитическое понимание размерности в линейно-квадратичных задачах. Случай перекрёстных связей. Модели с неопределёнными параметрами. Распределение тепловой энергии по подсистемам. Нелинейная постановка.

8. Точное и приближённое агрегирование.

Правила введения макропеременных. Потеря точности. Восстановление исходных переменных. Выбор агрегирования в линейных системах. Агрегирование в системах с обратной связью. Агрегирование в нелинейных динамических задачах. Агрегирование в экологической модели "хищник-жертва". Агрегирование в межотраслевом балансе.

9. Разложение по методу малого параметра.

Порождающая задача нулевого приближения. Вспомогательные задачи для нахождения линейного приближения. Случаи декомпозируемости нулевого приближения.

10. Разреженные матрицы.

Фиксация переменных в подсистемах по сильному и слабому взаимодействиям. Матрицы порогового уровня. Конкретные примеры.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

- Аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Александров В.В., Болтянский В.Г., Лемак С.С., Парусников Н.А., Тихомиров В.Н. Оптимальное управление движением - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005 - 376 стр.
2. Благодатских В.И. Введение в оптимальное управление (линейная теория) - М.: Высшая школа, 2001 - 240 стр.
3. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы - Л.: Питер, 2006 - 240 стр.
4. Понтрягин Л.С. Принцип максимума в оптимальном управлении - М.: Едиториал УРСС, 2004. - 64 стр.
5. Алексеев В.М., Тихомиров В.М., Фомин С.В. Оптимальное управление. Изд.2 2005 - 384 стр.

Дополнительная литература

1. Ройтенберг Я.Н. Автоматическое управление. - М.: Наука, 1971.
2. Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.Г., Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. - М.: Наука, 1976.
3. Поспелов Г.С., Ириков В.А. Программно-целевое планирование и управление. - М.: Сов. радио, 1976.
4. Поспелов Г.С., Вен В.Л., Солодов В.М., Шафранский В.В., Эрлих А.И. Проблемы программно-целевого планирования и управления. - М.: Наука, 1981.
5. Сингх М., Титли А. Системы: декомпозиция, оптимизация и управление. - М.: Машиностроение, 1986.
6. Цурков В.И. Динамические задачи большой размерности. - М.: Наука, 1988.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Журналы "Известия РАН. Теория и системы управления", "Автоматика и телемеханика".

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

не требуется

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике.

В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения, понятия, аксиомы, методы доказательств.

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения, доказательство отдельных утверждений, свойств;
- выполнение лабораторных работ, для осознание связей между теорией и практическими навыками;
- подготовку к дифференцированному зачету.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к преподавателю.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Информатика и вычислительная техника
профиль подготовки:	Прикладная математика и информатика Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики кафедра интеллектуальных систем
курс:	<u>1</u>
квалификация:	магистр
Семестры, формы промежуточной аттестации:	
1 (осенний) - Дифференцированный зачет	
2 (весенний) - Дифференцированный зачет	
3 (осенний) - Дифференцированный зачет	
Разработчик:	К.В. Воронцов, д-р физ.-мат. наук, заведующий кафедрой

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области информатики и вычислительной техники, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области информатики и вычислительной техники и их практическую значимость
	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области информатики и вычислительной техники, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.4 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
	ОПК-3.5 Способен адаптировать зарубежные комплексы обработки информации и автоматизированного проектирования к нуждам отечественных предприятий
	ОПК-3.6 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
ПК-2 Понимает и способен применить в научно-исследовательской и прикладной деятельности основные законы естествознания, современный математический аппарат и алгоритмы, современные информационно-коммуникационные технологии	ОПК-3.7 Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач
	ПК-2.1 Знает основы научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий, владеет знанием основ философии и методологии науки; знанием методов научных исследований и навыками их проведения
	ПК-2.2 Умеет применять полученные знания в области фундаментальных научных основ теории информации и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности
	ПК-2.3 Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области информационно-коммуникационных технологий
ПК-3 Владеет навыками участия в научных дискуссиях, выступления с сообщениями и докладами устного, письменного и виртуального (размещение в информационных сетях) характера, представления материалов собственных исследований	ПК-2.4 Владеет методами и алгоритмами решения задач цифровой обработки сигналов, использования сети Интернет, аннотирования, реферирования, библиографического поиска, опыт работы с научными источниками
	ПК-3.1 Знает основы ведения научной дискуссии и формы устного научного высказывания
	ПК-3.2 Умеет вести корректную дискуссию в области информационных технологий задавать вопросы и отвечать на поставленные вопросы по теме научной работы
	ПК-3.3 Имеет практический опыт участия в научных студенческих конференциях, очных, виртуальных, заочных обсуждениях научных проблем в области информационных технологий

ПК-1 Готов к включению в профессиональное сообщество; способен проводить под научным руководством локальные исследования на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности	ПК-1.1 Знает принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, способы аргументации; владеет навыками подготовки научных обзоров, публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований на русском и английском языке
	ПК-1.2 Умеет решать научные задачи с пониманием существующих подходов к верификации моделей программного обеспечения в связи с поставленной целью и в соответствии с выбранной методикой
	ПК-1.3 Имеет практический опыт выступлений и научной аргументации при анализе объекта научной и профессиональной деятельности

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Математические модели и методы управления» обучающийся должен:

знать:

- место и роль задач динамического оптимального управления большой размерности в научных исследованиях;
- модели управления с большим числом уравнений и связей;
- принципы координации в многомерных задачах управления;
- подходы точного, приближённого и итеративного агрегирования в многомерных задачах управления;
- основные подходы понижения размерности в задачах оптимального управления.

уметь:

- применять на практике подходы понижения размерности динамических задач;
- выявлять специфику задач оптимального управления для применения декомпозиции;
- дать обоснование применяемого подхода;
- дать оценки для субоптимальных решений;
- программировать на компьютере те или иные алгоритмы декомпозиции.

владеть:

- анализом сложной динамической системы;
- адекватными подходами для эффективного понижения размерности задач оптимального управления;
- теоретическим аппаратом основных подходов теории оптимального управления чтобы применять методы понижения размерности.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия по теме прошлой лекции или в конце занятия по пройденной теме

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Перечень контрольных вопросов для сдачи дифференцированного зачёта в 9-ом семестре:

1. Разомкнутые и замкнутые системы.
2. Управляемость и наблюдаемость.
3. От вариационного исчисления к оптимальному управлению.
4. Формализм Гамильтона-Понтрягина.
5. Принцип оптимальности Беллмана.
6. Уравнение Риккати.
7. Управление стохастических систем.
8. Фильтр Калмана.

9. Управление в условиях неопределённости.
10. Системы с сосредоточенными и распределёнными параметрами.

Перечень контрольных вопросов для сдачи экзамена в 10-м семестре:

1. Динамическая транспортная задача.
2. Области достижимости.
3. Интеллектуальные системы управления.
4. Иерархические системы управления.
5. Перекрестные связи между подсистемами.
6. Метод координации Пирсона.
7. Целевая координация.
8. Принцип прогноза взаимодействий.
9. Двойственная координация.
10. Смешанная координация.
11. Метод последовательной фиксации параметров.
12. Лестничная структура матриц после дискретизации в системах с распределёнными параметрами.
13. Интервальная декомпозиция динамических систем.
14. Искусственное разбиение на подсистемы в задачах с обратной связью.
15. Разбиение на подобласти в системах с распределёнными параметрами.
16. Редукция в линейных системах по равным собственным значениям.
17. Выделение слабо связанных систем по расхождению радиусов кругов, к которым принадлежат собственные значения.
18. Расщепление систем по зависимости компонент вектора выхода от единственных компонент вектора входа.

Перечень контрольных вопросов для сдачи дифференцированного зачёта в 11-ом семестре:

1. Критерии устойчивости динамических систем.
2. Метод функции Ляпунова.
3. Устойчивость многосвязных систем.
4. Метод векторных функций Ляпунова.
5. Точное и приближённое агрегирование динамических систем.
6. Итеративное агрегирование динамических систем.
7. Иерархические системы математической физики.
8. Аналитическое понижение размерности в линейно-квадратичных системах распределения ресурсов.
9. Системы распределения ресурсов с перекрёстными связями.
10. Разреженные матрицы в динамических системах.
11. Динамические системы с малым параметром.

Критерии оценивания

Оценка отлично 10 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 9 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 8 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочётами.

Оценка хорошо 7 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо 6 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо 5 баллов - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно 4 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно 3 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно 2 балла - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно 1 балл - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Во время проведения дифференцированного зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также справочной литературой, вычислительной техникой.

Дифференцированный зачет может проводиться по итогам текущей успеваемости и сдачи заданий, или путем организации специального опроса, проводимого в устной форме. Экзамен проводится путем организации специального опроса, проводимого в устной форме.