

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
доцент Ю.В. Ильюшин

Проректор по образовательной
деятельности
доцент Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ

Уровень высшего образования:	Бакалавриат
Направление подготовки:	27.03.03 Системный анализ и управление
Направленность (профиль):	Теория и математические методы системного анализа и управления в технических, экономических и социальных системах
Квалификация выпускника:	бакалавр
Форма обучения:	очная
Составитель:	ассистент Асадулаги М.М. профессор Трушников В.Е.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Математические методы теории управления» разработана:

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО бакалавриат по направлению подготовки «27.03.03 Системный анализ и управление», утверждённого приказом Минобрнауки России № 902 от 07 августа 2020 г.;

– на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «27.03.03 Системный анализ и управление» направленность (профиль) «Теория и математические методы системного анализа и управления в технических, экономических и социальных системах».

Составители _____ ассистент М.М. Асадулаги

_____ д.т.н., проф. В.Е. Трушников

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры системного анализа и управления от «05» февраля 2021 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., доц. Ю.В. Ильюшин

Рабочая программа согласована:

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования _____ Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса _____ к.т.н. А.Ю. Романчиков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Математические методы теории управления» – получение общесистемных теоретических знаний в области системного анализа и управления, способствующих успешному освоению различных специальных дисциплин; приобретение навыков построения и применения математических моделей в инженерной практике.

Задачи дисциплины: развитие логических, познавательных и творческих способностей студентов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Математические методы теории управления» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 27.03.03 «Системный анализ и управление» направленность (профиль) «Теория и математические методы системного анализа и управления в технических, экономических и социальных системах» и изучается в 5 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Математические методы теории управления» являются «Теория и технология программирования», «Моделирование систем», «История и основы системного анализа и управления» читаемые в курсе бакалавриата.

Дисциплина «Математические методы теории управления» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Математические методы системного анализа и теории принятия решений», «Управление в организационных системах».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЁННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения, представленных в таблице:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен разрабатывать методы моделирования, анализа и технологии синтеза процессов и систем, а также алгоритмы и программы, основанные на этих методах, пригодные для практического применения в области техники и технологии	ОПК-6	ОПК-6.1. Знать методы моделирования, анализа и технологии синтеза процессов и систем, а также алгоритмы и программы, основанные на этих методах, пригодные для практического применения в области техники и технологии
		ОПК-6.2. Уметь разрабатывать модели процессов и систем, алгоритмы и программы, пригодные для практического применения в области техники и технологии ОПК-6.3. Владеть навыками разработки алгоритмов и программ, моделирования процессов и систем для практического применения в области техники и технологии
		ОПК-3.2. Уметь использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических

		системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности
		ОПК-3.3. Владеть навыками решения базовых задач управления в технических системах на основе использования фундаментальных знаний
Способен применять математические, системно-аналитические, вычислительные методы и программные средства для решения прикладных задач в области создания систем анализа и автоматического управления и их компонентов	ОПК-7	ОПК-7.1. Знать математические, системно-аналитические, вычислительные методы и программные средства для решения прикладных задач в области создания систем анализа и автоматического управления и их компонентов
		ОПК-7.2. Уметь осуществлять решение прикладных задач в области создания систем анализа, автоматического управления и их компонентов с использованием математических, системно-аналитических, вычислительных методов и программных средств
		ОПК-7.3. Владеть навыками применения программных средств для решения прикладных задач в области создания систем анализа, автоматического управления и их компонентов
Способен определять существенные свойства системы и описывающие их показатели, проводить описание ее состояния на основе методов целеполагания и ключевых показателей деятельности	ПКС-3	ПКС-3.1: Знать способы определения существенных свойств системы и значимых показателей деятельности объекта автоматизации
		ПКС-3.2: Уметь определять существенные свойства системы, значимые показатели ее деятельности и описание ее состояния
		ПКС-3.3: Владеть навыками использования специализированного программного обеспечения, в том числе разработанного собственного, обеспечивающего проведение исследования и моделирования

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		5
Аудиторные занятия, в том числе:	51	51
Лекции	17	17
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе	57	57
Подготовка к лекциям	10	10

Подготовка к практическим занятиям	10	10
Курсовая работа	30	30
Работа с учебной литературой	7	7
Вид промежуточной аттестации – экзамен	Э (36)	Э (36)
Общая трудоемкость дисциплины		
	ак. час.	144
	зач. ед.	4

4.2 Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплин и виды занятий:

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
1.	Раздел 1 «Методы теории управления и оптимизации»	13	2	2		9
2.	Раздел 2 «Прикладной аспект задач линейного программирования»	29	5	12		12
3.	Раздел 3 «Нелинейное программирование»	24	4	8		12
4.	Раздел 4 «Динамическое программирование»	24	4	8		12
5.	Раздел 5 «Теория игр. Игровые методы решения конфликтных ситуаций»	18	2	4		12
	Итого:	108	17	34	-	57

4.2.1. Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Методы теории управления и оптимизации	Классификация задач оптимизации. Классические методы оптимизации.	2
2.	Прикладной аспект задач линейного программирования.	<p>Постановка задачи ЛП. Свойства задачи ЛП. Особенности решения задач ЛП.</p> <p>Сущность и особенности решения ЗЛП графическим методом. Построение области допустимых решений. Нахождение оптимального решения.</p> <p>Постановка транспортной задачи. Особенности решения транспортных задач. Основные методы нахождения начального плана. Решение транспортных задач по критерию стоимости. Решение транспортных задач по критерию времени. Решение транспортных задач с избытком запасов.</p> <p>Сущность и особенности решения ЗЛП симплекс-методом. Симплекс-метод решения ЗЛП с естественным базисом. Симплекс-метод решения ЗЛП с искусственным базисом.</p> <p>Постановка двойственной задачи ЛП. Теоремы двойственности. Решение двойственной задачи симплекс-методом.</p> <p>Постановка задачи целочисленного ЛП. Методы решения задачи ЦЛП: Методы отсечения. Метод ветвей и границ.</p>	5
3.	Нелинейное программирование	<p>Постановка задачи нелинейного программирования. Понятия о видах нелинейного программирования. Особенности решения задач нелинейного программирования.</p> <p>Графическое решение задачи нелинейного программирования для функций двух переменных. Решение задачи нелинейного программирования градиентными методами.</p> <p>Прикладной аспект решения задач нелинейного программирования аналитическими методами. Метод множителей Лагранжа: сущность и особенности решения задачи</p>	4

		нелинейного программирования.	
4.	Динамическое программирование	Постановка задачи динамического программирования. Интерпретация управления в фазовом пространстве. Решение задачи динамического программирования методом прямой и обратной прогонки. Задача распределения ресурсов: постановка задачи распределения ресурсов, решения задачи распределения ресурсов для двух отраслей производства, распределение ресурсов с вложением доходов в производство.	4
5.	Теория игр. Игровые методы решения конфликтных ситуаций	Основные положения теории игр. Классификация игр. Методы решения игровых задач	2
Итого:			17

4.2.3 Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1	Методы теории управления и оптимизации	2
2.	Раздел 2	Прикладной аспект задач линейного программирования.	12
3.	Раздел 3	Нелинейное программирование	8
4.	Раздел 4	Динамическое программирование	8
5.	Раздел 5	Теория игр. Игровые методы решения конфликтных ситуаций	4
Итого:			34

4.2.4 Лабораторные работы

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

№ п/п	Темы курсовых работ
1.	Применение математического аппарата линейного программирования при решении прикладных задач управления и оптимизации.
2.	Применение математического аппарата нелинейного программирования при решении прикладных задач управления и оптимизации.
3.	Применение математического аппарата динамического программирования при решении прикладных задач управления и оптимизации.
4.	Применение математического аппарата теории игр при решении прикладных задач управления и оптимизации.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

Курсовая работа позволяет обучающимся развить навыки научного поиска.

Тестирование – контроль знаний с помощью тестов, которые состоят из условий (вопросов) и вариантов ответов для выбора.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Методы теории управления и оптимизации

1. Принятие решений – центральная проблема системного подхода.
2. Интуитивные решения, основанные на суждениях.
3. Рациональные решения.
4. Диагноз проблемы.
5. Классификация задач оптимизации.
6. Методы оптимизации.
7. Формулировка ограничений и критериев.
8. Выявление и оценка альтернатив.

Раздел 2. Прикладной аспект задач линейного программирования.

1. Постановка задачи ЛП. Свойства задачи ЛП. Особенности решения задач ЛП.
2. Сущность и особенности решения ЗЛП графическим методом. Построение области допустимых решений. Нахождение оптимального решения.
3. Особенности решения транспортных задач. Основные методы нахождения начального плана.
4. Решение транспортных задач по критерию стоимости.
5. Решение транспортных задач по критерию времени.

6. Решение транспортных задач с избытком запасов.

7. Сущность и особенности решения ЗЛП симплекс-методом. Симплекс-метод решения ЗЛП с естественным базисом. Симплекс-метод решения ЗЛП с искусственным базисом.

8. Постановка двойственной задачи ЛП. Теоремы двойственности. Решение двойственной задачи симплекс-методом.

9. Постановка задачи целочисленного ЛП. Методы решения задачи ЦЛП: Методы отсечения.

10. Метод ветвей и границ.

Раздел 3. Нелинейное программирование.

1. Постановка задачи нелинейного программирования.

2. Понятия о видах нелинейного программирования.

3. Особенности решения задач нелинейного программирования.

4. Графическое решение задачи нелинейного программирования для функций двух переменных. Решение задачи нелинейного программирования градиентными методами.

5. Прикладной аспект решения задач нелинейного программирования аналитическими методами.

6. Метод множителей Лагранжа: сущность и особенности решения задачи нелинейного программирования.

Раздел 4. Динамическое программирование.

1. Постановка задачи динамического программирования.

2. Интерпретация управления в фазовом пространстве.

3. Решение задачи динамического программирования методом прямой и обратной прогонки.

4. Задача распределения ресурсов: постановка задачи распределения ресурсов.

5. Решение задачи распределения ресурсов для двух отраслей производства, распределение ресурсов с вложением доходов в производство.

Раздел 5. Теория игр. Игровые методы решения конфликтных ситуаций

1. Основные положения теории игр.

2. Классификация игр.

3. Понятие стратегий игры.

4. Антагонистические игры.

5. Игры с нулевой суммой. Седловая точка.

6. Понятие матрицы решений.

7. Методы решения игровых задач.

8. Графический метод решения игровых задач.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов к экзамену (по дисциплине):

1. Предмет и задачи дисциплины.

2. Классификация задач оптимизации.

3. Классические методы оптимизации.

4. Постановка ЗЛП и ее свойства.

5. Особенности решения задач линейного программирования.

6. Сущность и особенности решения ЗЛП графическим методом.

7. Анализ линейной модели на чувствительность: чувствительность решения к изменению запасов ресурсов, определение ценности ресурсов.

8. Анализ линейной модели на чувствительность: определение пределов изменения коэффициентов ЦФ.

9. Постановка двойственной задачи линейного программирования. Теоремы двойственности.
10. Решение двойственной задачи симплекс-методом.
11. Постановка ТЗ. Особенности решения ТЗ.
12. Основные методы нахождения начального плана.
13. Сущность и особенности решения ТЗ по критерию стоимости.
14. Сущность и особенности решения ТЗ по критерию времени.
15. Сущность и особенности решения ТЗ с избытком запасов.
16. Сущность и особенности решения ТЗ с избытком заявок.
17. Постановка задачи ЦЛП.
18. Сущность и особенности решения задачи ЦЛП методом отсечения.
19. Сущность и особенности решения задачи ЦЛП методом Гомори.
20. Сущность и особенности решения задачи ЦЛП методом ветвей и границ.
21. Постановка задачи нелинейного программирования. Понятия о видах нелинейного программирования.
22. Особенности решения ЗНП.
23. Сущность и особенности решения ЗНП для функций двух переменных графическим методом.
24. Сущность и особенности решения ЗНП градиентными методами.
25. Сущность и особенности решения ЗНП метод множителей Лагранжа.
26. Постановка задачи динамического программирования. Интерпретация управления в фазовом пространстве.
27. Сущность и особенности решения ЗДП методом прямой и обратной прогонки.
28. Постановка задачи распределения ресурсов.
29. Решения задачи распределения ресурсов для двух отраслей производства.
30. Распределение ресурсов с вложением доходов в производство.
31. Теория игр. Классификация игр. Понятие матрицы решений.
32. Сущность игровых методов решения конфликтных ситуаций.
33. Графический метод решения игровых задач.

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену Вариант № 1

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1.	Логический аппарат исследования сложных систем – это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. научно обоснованные способы и методы исследования приёмы проверки истинности знаний и заключений 2. экономико - математический расчет основных показателей характеризующих действие сложной системы 3. мнение и обоснованное решение руководителя организации 4. выбранный метод исследования сложной системы
2.	Если функция ... на отрезке, то она достигает на этом отрезке своего наибольшего и наименьшего значений	<ol style="list-style-type: none"> 1. возрастает 2. непрерывна 3. периодична 4. убывает
3	Какое отношение является транзитивным, симметричным и рефлексивным?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Предпочтение 2. Подobie 3. Включение

		4. Тождество
4	Актуальность информации означает:	<ol style="list-style-type: none"> 1. важность для настоящего времени 2. независимость от чьего-либо мнения 3. удобство формы или объема 4. возможность ее получения данным потребителем
5	Численная мера (число от 0 до 1) степени объективной возможности появления события (исхода опыта) в определенных условиях	<ol style="list-style-type: none"> 1. Частота события 2. Вероятность события 3. Закон распределения случайной величины 4. Плотность распределения вероятности
6	Геометрический смысл определенного интеграла представляет собой....	<ol style="list-style-type: none"> 1. площадь криволинейной трапеции, ограниченной кривой $y = f(x)$, осью OX и прямыми $x = a$, $x = b$ 2. предел отношения приращения функции к приращению аргумента, при стремлении последнего к нулю 3. семейство первообразных функции 4. график интегрального закона распределения
7	Выберите параметры стандартного нормального распределения	<ol style="list-style-type: none"> 1. $M = 0, \sigma = 1$. 2. $M = 0, \sigma = 0$. 3. $M = 1, D = 1$. 4. $M = -1, \sigma = +1$.
8	Кому принадлежит выражение: «Управление – это связь»	<ol style="list-style-type: none"> 1. Л. Бергаланфи 2. И. Ньютону 3. Н. Винеру 4. К. Линнею
9	Условия неопределенности характеризуются –	<ol style="list-style-type: none"> 1. возможностью получения отрицательных результатов 2. неизбежностью получения отрицательных результатов 3. исключением возможности получения отрицательных результатов 4. свойствами людей и организаций, с которыми взаимодействует рассматриваемая организация
10	Пространственная дискретизация – это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. преобразование графической информации из аналоговой формы в дискретную 2. преобразование графической информации из дискретной формы в аналоговую 3. количество точек по горизонтали 4. количество точек по вертикали
11	Плоскость, на которой изображаются комплексные числа, называется ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. декартовой 2. комплексной 3. компоновочной 4. перпендикулярной

12	Коэффициент доверия представляет собой...	<ol style="list-style-type: none"> 1. нормированное отклонение, зависящее от вероятности, с которой гарантируется предельная ошибка выборки 2. показатель качества предметов или явлений, по которому можно определить их сходство или различие. 3. статистика критерия, по которой судят о справедливости статистической гипотезы. 4. столь малая вероятность, что событие с такой вероятностью является практически невозможным.
13	Разработка алгоритма решения задачи – это	<ol style="list-style-type: none"> 1. сведение задачи к математической модели, для которой известен метод решения; 2. выбор наилучшего метода из имеющихся; 3. точное описание данных, условий задачи и ее целого решения; 4. определение последовательности действий, ведущих к получению результатов.
14	Гипотеза исследования системы – это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. выбранный метод исследования системы 2. предположение о возможном действии системы 3. план проведения исследований системы 4. способ выражения предпочтения субъективными вероятностями.
15	Моделирование – это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. изучение документооборота в исследуемой организации 2. распределение должностных обязанностей и властных 3. эмпирическое решение проблемы 4. материальное или формализованное отображение системы
16	Выбрать формулу для определения коэффициента корреляции рангов	<ol style="list-style-type: none"> 1. $S^2 = D = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$ 2. $r_{yx} = \frac{\bar{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$ 3. $\rho_j = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (r_{ij} - 1)}{m(n - 1)}$

		$4. R^2 = 1 - \frac{\sigma_{ост}}{\sigma_{общ}}$															
17	Основным методом вероятностного анализа является....	1. метод статистических испытаний. 2. метод Крамера. 3. метод Гаусса-Жордана. 4. метод динамики средних.															
18	При замене непрерывных переменных дискретными значениями важную роль играет теорема...	1. Винера-Хопфа 2. Вейерштрасса-Эрдмана 3. Кронекера-Капелли 4. Э. Уиттекера (Котельникова)															
19	Составное высказывание, образованное с помощью операции эквивалентности:	1. ложно тогда и только тогда, когда из истинной предпосылки следует ложный вывод 2. истинно тогда и только тогда, когда из истинной предпосылки следует ложный вывод 3. истинно тогда и только тогда, когда оба высказывания одновременно либо ложны, либо истинны 4. истинно, когда хотя бы одно высказывание истинно															
20	Какой логической операции соответствует таблица истинности? <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>А</th> <th>В</th> <th>А?В</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	А	В	А?В	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1. дизъюнкция 2. конъюнкция 3. эквивалентность 4. инверсия
А	В	А?В															
0	0	0															
0	1	0															
1	0	0															
1	1	1															

Вариант № 2

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Как называют информацию, отражающую истинное положение дел?	1. полезной 2. достоверной 3. полной 4. объективной
2	Присоединение частицы НЕ к высказыванию – это:	1. дизъюнкция 2. конъюнкция 3. импликация 4. инверсия
3	Что называют символом Венна?	1. Множество упорядоченных пар элементов на основе тождественных преобразований. 2. Графическое выполнение тождественных преобразований

		уравнений с фиксированным количеством подмножеств 3. Графическое разбиение, в котором каждая последующая фигура должна иметь одну и только одну общую область с каждой из ранее построенных фигур 4. Порядок следования пар элементов в соответствии с порядком следования перемножаемых множеств
4	Как называется способность системы без искажений воспринимать и передавать по каналам сообщений информационные потоки?	1. помехоустойчивость. 2. информативность. 3. устойчивость. 4. быстродействие.
5	Производной n -го порядка называется...	1. производная от производной $(n-1)$ порядка 2. производная функции в степени n 3. производная функции умноженная на n 4. сумме $(n$ раз) производной
6	Что представляет собой динамический ряд параметров?	1. модифицированный ряд Фурье 2. упорядоченные во времени исходные данные 3. упорядоченные по величине исходные данные 4. ряд параметров измененных под динамическим воздействием
7	Некоторое повествовательное предложение, которое может быть истинным или ложным – это:	1. понятие 2. суждение 3. умозаключение 4. отклик
8	Как называется среднее арифметическое номеров элементов в ранжированном ряду, являющихся одинаковыми по предпочтительности?	1. коэффициент ранговой корреляции. 2. общий ранг. 3. стандартизированный ранг. 4. коэффициент Спирмена.
9	Сумма весов отдельных показателей равна...	1. нулю. 2. максимуму. 3. бесконечности. 4. единице.
10	Оценки Фишберна применяются для...	1. оценки значимости показателей (характеристик) систем 2. разбиения систем и их элементов на классы 3. декомпозиции систем 4. определения общего ранга системы
11	В ходе исследования обычно формируютгипотезы	1. решающую и эквивалентную. 2. главную и второстепенную. 3. основную и альтернативную. 4. положительную и отрицательную.

12	График какой функции используется в графическом методе моделирования случайных величин?	<ol style="list-style-type: none"> 1. функции распределения. 2. линейной функции. 3. гиперболы. 4. полигон частот. 			
13	Динамические модели – это....	<ol style="list-style-type: none"> 1. физические модели материально-технической базы организации 2. модели, описывающие процессы изменения и развития систем 3. модели, характеризующие переходные процессы в организации 4. модели объекта в фиксированный момент времени 			
14	При замене непрерывных переменных дискретными значениями важную роль играет теорема...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Винера-Хопфа 2. Вейерштрасса-Эрдмана 3. Кронекера-Капелли 4. Э. Уиттекера (Котельникова) 			
15	Проблема оптимальности при принятии решений состоит в:	<ol style="list-style-type: none"> 1. выборе цели 2. выборе критерия 3. выборе алгоритма 4. минимизации затрат. 			
16	Выбрать формулу для определения среднего линейного отклонения	<ol style="list-style-type: none"> 1. $S^2 = D = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$ 2. $\sigma = \sqrt{\frac{1}{n - 1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$ 3. $V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\%$ 4. $d = \frac{\sum_{i=1}^n x_i - \bar{x} }{n}$ 			
17	Метрика Евклида применяется при оценке вариантов систем ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. по совокупности качественных показателей 2. по совокупности количественных показателей. 3. по совокупности зависимых показателей. 4. по экспертным оценкам. 			
18	Кому принадлежит выражение: «Управление – это связь»	<ol style="list-style-type: none"> 1. Л. Бергаланфи 2. И. Ньютону 3. Н. Винеру 4. К. Линнею 			
19	Какой логической операции соответствует таблица истинности? <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">А</td> <td style="padding: 5px;">В</td> <td style="padding: 5px;">А?В</td> </tr> </table>	А	В	А?В	<ol style="list-style-type: none"> 1. дизъюнкция 2. конъюнкция 3. эквивалентность 4. инверсия
А	В	А?В			

	0	0	0	
	0	1	1	
	1	0	1	
	1	1	1	
20	Какую надежность имеет система, состоящая из двух параллельных элементов, если надежность первого элемента – 0,6; второго – 0,7?			1. 0,52 2. 0,76 3. 0,88 4. 0,68

Вариант № 3

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1.	Геометрический смысл производной представляет собой...	1. предел отношения приращения функции к приращению аргумента, при стремлении последнего к нулю 2. тангенс угла, образованного касательной, проведенной через заданную точку к кривой, и положительным направлением оси Ox 3. предел отношения приращения скорости к приращению времени 4. коэффициент эластичности
2.	Системы, в которых протекают процессы управления, называются...	1. высокоорганизованными системами. 2. системами управления. 3. вышестоящими системами. 4. эргатическими системами.
3	Что является основной исследовательской концепцией анализа эффективности?	1. аналитический расчет. 2. моделирование. 3. стратегия. 4. тактика.
4	В каком виде вводится функция принадлежности в аппарате нечетких множеств?	1. в виде константы. 2. в виде лингвистической переменной. 3. в виде исходных данных. 4. в графическом виде.
5	Как называется способ выражения предпочтения путем представления элементов в виде последовательности в соответствии с возрастанием или убыванием их предпочтительности?	1. сортировка 2. попарное выражение предпочтения как доли суммарной интенсивности 3. ранжирование 4. априорное выражение предпочтений
6	Если вторая производная $f''(x)$ при переходе через точку x_0 , в которой она равна нулю или не существует, меняет знак, то точка графика с абсциссой x_0 есть точка ...	1. максимума 2. минимума 3. перегиба 4. разрыва

7.	Как называется способность системы переходить за конечное время из одного состояния в другое под влиянием управляющих воздействий?	<ol style="list-style-type: none"> 1. устойчивость. 2. управляемость. 3. быстродействие. 4. эмерджентность.
8.	Выбрать формулу для определения средней геометрической взвешенной	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\bar{x} = \sqrt[n]{x_1 x_2 x_3 \dots x_n}$ 2. $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i f_i}{\sum_{i=1}^n f_i}$ 3. $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ 4. $\bar{x} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x_i^{\alpha_i}}$
8	Численная мера (число от 0 до 1) степени объективной возможности появления события (исхода опыта) в определенных условиях	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вероятность события 2. Частота события 3. Закон распределения случайной величины 4. Плотность распределения вероятности
9	Если функция $y=f(x)$ непрерывна на отрезке $[a; b]$ и $F(x)$ – какая – либо её первообразная на $[a; b]$, то имеет место формула ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\int_a^b f(x)dx = F(a) + F(b)$ 2. $\int_a^b f(x)dx = F(a) - F(b)$ 3. $\int_a^b f(x)dx = F(b) + F(a)$ 4. $\int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a)$
10	Логическое выражение $A \& \bar{A}$ равносильно:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0 2. 1 3. A 4. \bar{A}
11	Как называется движущая сила какого-либо процесса (явления) или условие, которое влияет на тот или иной процесс (явление)?	<ol style="list-style-type: none"> 1. моделирование. 2. управление. 3. условие. 4. фактор.
12	Факторный анализ системы (объекта) – это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. описание функционирования отдельных звеньев системы. 2. анализ воздействия на работу системы внешних и внутренних факторов. 3. анализ работы исполнительных звеньев системы. 4. способ выражения предпочтения субъективными вероятностями.
13	Всякое соотношение, устанавливающее связь между возможными значениями случайной величины и вероятностью их появления	<ol style="list-style-type: none"> 1. Частота события 2. Схема независимых испытаний 3. Закон распределения случайной величины 4. Плотность распределения вероятности

14	Значение критерия оптимальности (d_j) при решении задач линейного программирования симплекс-методом на максимум должно быть.....	<ol style="list-style-type: none"> 1. дерева альтернативных решений. 2. больше нуля. 3. равно единице 4. меньше или равно нулю.
15	Выражение вида $z=x+iy$, где x и y – действительные числа, а i – мнимая единица, называется	<ol style="list-style-type: none"> 1. вещественным 2. иррациональным 3. комплексным числом 4. рациональным
16	Неопределенные системы – это системы.....	<ol style="list-style-type: none"> 1. в которых величины имеют конечное число значений и могут быть определены в конкретный момент времени 2. в которых величины и время рассматриваются как непрерывные величины 3. в которых величины рассматриваются как непрерывные переменные, но время можно определять только дискретно 4. в которых величины, время и структура не определены
17	Элемент матрицы отношений определяет.....	<ol style="list-style-type: none"> 1. сложность исследуемой системы 2. наличие связи между элементом i и элементом j в структуре исследуемой системы 3. эффективность исследуемой системы 4. диаметр структуры исследуемой системы
18	Какая задача формируется в следующем виде: $\sum \sum c_{ij}x_{ij} \rightarrow \min;$ $\sum x_{ij} = a_i; \sum x_{ij} = b_j ?$	<ol style="list-style-type: none"> 1. Функционального синтеза. 2. Составления расписаний. 3. Транспортная. 4. Планирования производства.
19	В чем заключается цель управления системой в операции?	<ol style="list-style-type: none"> 1. в решении поставленной задачи. 2. в выработке стратегии. 3. в формировании управляющих воздействий. 4. в максимизации эффективности.
20	Под управляемостью понимают...	<ol style="list-style-type: none"> 1. свойство системы занимать определенное положение по желанию пользователя и оставаться в нем сколь угодно долго. 2. использование наиболее точной информации о векторе состояния системы. 3. возможность восстановления (оценки) вектора состояния по информации о векторе выхода. 4. возможность перевода системы из одного состояния в другое за счет воздействия некоторого управления.

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

6.3.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсовой работы

Студент выполняет курсовую работу в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не выполнил курсовую работу в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовую работу с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовую работу с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины	Студент выполнил курсовую работу полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Агальцов В.П. Базы данных. В 2-х кн. Книга 2. Распределенные и удаленные базы данных : учебник / В.П. Агальцов. — М. : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2017. — 271 с. : ил. — (Высшее образование). Режим доступа – <http://znanium.com/bookread2.php?book=652917>

2. Тараканов О.В. Базы данных: Учебник/Шустова Л.И., Тараканов О.В. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 304 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт) ISBN 978-5-16-010485-0, 500 экз. Режим доступа – <http://znanium.com/bookread2.php?book=491069>.

3. Гилевский П.Г. Базы данных и системы управления базами данных: Учебное пособие / Лазицкас Е.А., Загумённикова И.Н., Гилевский П.Г. - Мн.: РИПО, 2016. - 268 с.: ISBN 978-985-503-558-0. Режим доступа – <http://znanium.com/bookread2.php?book=946561>.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Дадян Э.Г. Современные базы данных. Основы. Часть 1: Учебное пособие / Дадян Э.Г. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 88 с.: 60x90 1/16 ISBN 978-5-16-106526-6 (online) Режим доступа – <http://znanium.com/bookread2.php?book=959289>.

2. Дадян Э.Г. Современные базы данных. Часть 2: практические задания: Учебно-методическое пособие / Дадян Э.Г. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 68 с.: 60x90 1/16 ISBN 978-5-16-106525-9. Режим доступа – <http://znanium.com/bookread2.php?book=959288>.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Первухин Д.А. Математические методы теории управления. Учебно-методические указания по выполнению самостоятельной работы для студентов бакалавриата по направлению подготовки «27.03.03 Системный анализ и управление». СПб. 2021 г.

Режим доступа: <http://ior.spmi.ru>

2. Первухин Д.А. Математические методы теории управления. Учебно-методические указания для проведения практических занятий для студентов бакалавриата по направлению подготовки «27.03.03 Системный анализ и управление». СПб. 2021 г.

Режим доступа: <http://ior.spmi.ru>

3. Первухин Д.А. Математические методы теории управления. Учебно-методические указания по выполнению курсовых работ для студентов бакалавриата по направлению подготовки «27.03.03 Системный анализ и управление». СПб. 2021 г.

Режим доступа: <http://ior.spmi.ru>

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК"- <http://www.geoinform.ru/>
3. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>
4. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/.
5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
<https://e.lanbook.com/books>.
9. Поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo и др.
10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/.
11. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.pl>
12. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»
13. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий

1. Аудитория для проведения лекционных занятий и практических работ.
Оснащенность помещения: 16 посадочных мест. Стол аудиторный – 10 шт., компьютерное кресло – 23 шт., моноблок – 17 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»), доска аудиторная под фломастер – 1 шт., лазерный принтер – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (ГК № 1464-12/10 от 15.12.10) Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009, GPSS World (свободно распространяемое ПО), Arduino Software (IDE) (свободно распространяемое ПО), Microsoft SQL Server Express (свободно распространяемое ПО).

2. Аудитория для проведения лекционных занятий и практических работ.
Оснащенность помещения: 16 посадочных мест. Стол аудиторный – 9 шт., компьютерное кресло – 17 шт., моноблок – 17 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»), лазерный принтер – 1 шт., доска – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (ГК № 1464-12/10 от 15.12.10) Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009 MathCad Education (Договор №1134-11/12 от 28.11.2012),

GPSS World (свободно распространяемое ПО), Arduino Software (IDE) (свободно распространяемое ПО), Microsoft SQL Server Express (свободно распространяемое ПО).

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional: Microsoft Open License 16020041 от 23.01.200.

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010. CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения». Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1. Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт. источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., балон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стуля – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

8.4. Лицензионное программное обеспечение

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)

4. MathCad Education, Договор №1134-11/12 от 28.11.2012 "На поставку программного обеспечения"

5. LabView Professional, ГК №1142912/09 от 04.12.2009 "На поставку программного обеспечения"