

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 Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧАСТЬ I

Уровень высшего образования:	Магистратура
Направление подготовки	27.04.03 «Системный анализ и управление»
Направленность (профиль)	Системный анализ организационно-управленческой деятельности в больших системах
Квалификация выпускника:	Магистр
Форма обучения:	очная
Составитель:	доц. Афанасьева О.В.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование, часть I» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 27.04.03 «Системный анализ и управление», утвержденного приказом Минобрнауки России № 837 от 09.07.2020 г.;

- на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление» направленность (профиль) «Системный анализ организационно-управленческой деятельности в больших системах».

Составитель _____ к.т.н., доц. Афанасьева О.В.

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

Заведующий кафедрой САиУ,
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

А.Ю. Романчиков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины «Математическое моделирование, ч. 1» - формирование у магистрантов профессиональных знаний и умений научных исследований больших систем и объектов на основе методов математического моделирования.

Основными задачами дисциплины являются:

- приобретение и развитие компетентности, умения применять методы постановки, формализации содержательных и математических задач исследований больших систем;
- приобретение и развитие компетентности, умения применять методы системного анализа и управления для анализа, интерпретации и представления результатов исследований;
- приобретение и развитие компетентности, умения применять методы обоснования типовых требований к качеству и методы его обеспечения;
- формирование навыков создавать и развивать типовые требования к качеству систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Математическое моделирование, ч. 1» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «27.04.03 Системный анализ и управление» (уровень магистратуры) направленность (профиль) «Системный анализ организационно-управленческой деятельности в больших системах» и изучается в 1 семестре.

Дисциплина «Математическое моделирование, ч. 1» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Математическое моделирование, ч. 2», «Основы экспертизы систем на основе анализа данных», «Функциональный анализ».

Особенностью преподавания дисциплины «Математическое моделирование, ч. 1» в рамках основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 27.04.03 «Системный анализ и управление», направленность (профиль) «Системный анализ организационно-управленческой деятельности в больших системах» в **Горном университете** является более глубокое рассмотрение вопросов, касающихся научных исследований больших систем и объектов минерально-сырьевого комплекса на основе методов математического моделирования.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Математическое моделирование, ч. 1» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен формулировать содержательные и математические задачи исследований, выбирать методы исследований, системно анализировать, интерпретировать и представлять результаты исследований	ОПК-8	ОПК-8.1. Знать методы постановки, формализации содержательных и математических задач исследований, выбора методов исследований, системного анализа, интерпретации и представления результатов исследований; ОПК-8.2. Уметь формулировать содержательные и математические задачи исследований, выбирать методы исследований, системно анализировать, интерпретировать и представлять результаты исследований; ОПК-8.3. Владеть навыками применения методов постановки, формализации содержательных и математических задач исследований, выбора методов исследований, системного анализа, интерпретации и представления результатов исследований.
Способен разрабатывать новые и развивать существующие требования к качеству систем, разрабатывать методы его обеспечения	ПКС-2	ПКС-2.1. Знать методы обоснования типовых требований к качеству и методы его обеспечения; ПКС-2.2. Уметь создавать и развивать типовые требования к качеству систем; ПКС-2.3. Владеть навыками обеспечения качества систем.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		I
Аудиторная работа, в том числе:	40	40
Лекции (Л)	8	8
Практические занятия (ПЗ)	32	32
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	32	32
Подготовка к практическим занятиям	32	32
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	36	Э(36)
Общая трудоёмкость дисциплины		
ак. час.	108	108
зач. ед.	3	3

4.2. Содержание дисциплины

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

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
Раздел 1 «Методологические основы моделирования»	10	2	4	-	4
Раздел 2 «Имитационное моделирование процессов функционирования сложных систем (объектов)»	24	2	10	-	12
Раздел 3 «Вероятностные модели анализа процессов функционирования сложных технических систем»	24	2	12	-	10
Раздел 4 «Методы сетевого моделирования процессов функционирования сложных технических систем»	14	2	6	-	6
Итого:	72	8	32	-	32

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Методологические основы моделирования	Основные типы математических моделей, применяемых в прикладных экономических исследованиях. Разработка математической модели: построение математической модели, верификация математической модели. Анализ результатов математического моделирования.	2
2	Имитационное моделирование процессов функционирования сложных систем (объектов)	Понятие и область применения имитационного моделирования. Учет особенностей моделирования случайных величин с различными законами распределения.	2
3	Вероятностные модели анализа процессов функционирования сложных технических систем	Разработка математических моделей методом дискретных цепей Маркова: содержание экономико-математической постановки задачи, математическая формулировка задачи, модели. Потоки событий: простейший поток событий и его свойства, пуассоновский поток событий. Потоки Пальма и Эрланга. Задачи теории систем массового обслуживания. Основные параметры и показатели эффективности СМО.	2
4	Методы сетевого	Основные понятия теории сетей.	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
	моделирования процессов функционирования сложных технических систем	Методы разработки сетевой модели. Оценка продолжительности выполнения мероприятий.	
Итого:			8

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Разработка математической модели: построение математической модели, верификация математической модели.	2
2.	Раздел 1.	Процедуры расчета и анализа результатов математического моделирования	2
3.	Раздел 2.	Имитационное моделирование процессов функционирования сложных систем (объектов).	2
4.	Раздел 2.	Процедуры и моделирующие алгоритмы случайных величин и числовых последовательностей.	2
5.	Раздел 2.	Имитационное моделирование и исследование социально-экономических процессов	2
6.	Раздел 2.	Имитационное моделирование и исследование технологических процессов	2
7.	Раздел 2.	Имитационное моделирование и исследование транспортных процессов	2
8.	Раздел 3.	Исследование потоков событий: простейший поток событий и его свойства, пуассоновский поток событий; потоки Пальма и Эрланга.	2
9.	Раздел 3.	Моделирование сложных социально-экономических систем методом непрерывных цепей Маркова.	2
10.	Раздел 3.	Моделирование экономических процессов методом непрерывных цепей Маркова.	2
11.	Раздел 3.	Решение систем уравнений Колмогорова в установившемся режиме.	2
12.	Раздел 3.	Моделирование и обоснование параметров системы массового обслуживания (СМО).	2
13.	Раздел 3.	Исследование основные параметров и показателей эффективности различных СМО:	2
14.	Раздел 4.	Методы сетевого моделирования процессов функционирования сложных технических систем: оценка резервов времени.	2
15.	Раздел 4.	Оценка вероятностных параметров сети.	2
16.	Раздел 4.	Моделирование управленческих процессов методом сетевого планирования: оценка критического пути.	2
Итого:			32

4.2.4. Лабораторные работы

лабораторные работы не предусмотрены

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

курсовые работы (проекты) не предусмотрены

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 экзамена 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.

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

6.1. *Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости*

Раздел 1

1. Роль, место, цель, задачи, объект и предмет изучения дисциплины.
2. Основные типы математических моделей, применяемых в прикладных экономических исследованиях.
3. Формулирование проблемы исследований.
4. Экономико-математическая постановка задачи.
5. Разработка математической модели: построение математической модели, верификация математической модели.
6. Анализ результатов математического моделирования.

Раздел 2

1. Моделирование в науке. Виды моделей и их сущность.
2. Этапы формализации исследовательских задач.
3. Понятие и область применения имитационного моделирования.
4. Методы физических датчиков и псевдослучайных чисел.
5. Учет особенностей моделирования случайных величин с различными законами распределения.

Раздел 3

1. Понятие Марковских случайных процессов.
2. Дискретные цепи Маркова.
3. Разработка математических моделей методом дискретных цепей Маркова.

4. Содержание экономико-математической постановки задачи, математическая формулировка задачи.
5. Модели ДЦМ с конечным числом шагов.
6. Модели ДЦМ с бесконечным числом шагов.
7. Потoki событий: простейший поток событий и его свойства, пуассоновский поток событий.
8. Потoki Пальма и Эрланга.
9. Непрерывные Марковские цепи.
10. Предельные вероятности состояний системы.
11. Задачи теории систем массового обслуживания.
12. Классификация СМО.
13. Основные параметры и показатели эффективности СМО.

Раздел 4

1. Основные понятия теории сетей.
2. Методы разработки сетевой модели.
3. Оценка продолжительности выполнения мероприятий.
4. Оценка резервов времени.
5. Оценка критического пути.
6. Оценка вероятностных параметров сети.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

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

1. Предмет и задачи дисциплины.
2. Разработка математической модели: построение математической модели, верификация математической модели. Процедуры расчета и анализа результатов математического моделирования.
3. Особенности процедур и моделирующих алгоритмов случайных величин и числовых последовательностей.
4. Моделирование случайных процессов.
5. Имитационное моделирование и исследование социально-экономических, технологических и транспортных процессов.
6. Моделирование сложных социально-экономических систем методом непрерывных цепей Маркова.
7. Исследование потоков событий: простейший поток событий и его свойства, пуассоновский поток событий; потоки Пальма и Эрланга.
8. Непрерывные Марковские цепи. Предельные вероятности состояний системы.
9. Моделирование экономических процессов методом непрерывных цепей Маркова. Решение систем уравнений Колмогорова в установившемся режиме.
10. Моделирование и обоснование параметров СМО.
11. Исследование основных параметров и показателей эффективности различных СМО.
12. Методы сетевого моделирования процессов функционирования сложных технических систем.
13. Моделирование управленческих процессов методом сетевого планирования: оценка резервов времени.
14. Прикладной аспект задач сетевого планирования.
15. Проблема обработки данных.
16. Математическое описание процессов функционирования систем.
17. Основы имитационного моделирования процессов функционирования систем.
18. Исследование характеристик процессов функционирования сложных технических систем.
19. Современные пакеты прикладных программ для решения задач обработки экспериментальных данных.

20. Факторный анализ данных.
21. Исследование сезонности уровней временных рядов.
22. Методы кластер-анализа.
23. Методы многомерной иерархической классификации.
24. Основы теории принятия решений.
25. Математическое описание процессов функционирования систем.
26. Основы имитационного моделирование процессов функционирования систем.
27. Исследование характеристик процессов функционирования сложных технических систем.

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант № 1

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1.	Концепция исследования системы – это ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. выбранный метод проведения исследований системы управления. 2. система взглядов, определяющих основные направления исследования. 3. результаты, полученные в процессе исследования системы управления организацией. 4. анализ показателей деятельности организации за истекший период.
2.	Что является основной исследовательской концепцией анализа эффективности?	<ol style="list-style-type: none"> 1. аналитический расчет. 2. моделирование. 3. стратегия. 4. тактика.
3.	Качественный системный анализ – это ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. расщепление целостной системы (операции) на отдельные элементы (сущности). 2. анализ системы по количественным показателям. 3. анализ уровня качества системы. 4. определение критических областей системы.
4.	Количественный системный анализ – это ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. анализ, предполагающий описание факторов, которые участвуют в операции, на количественном уровне. 2. анализ по обобщенным показателям системы. 3. анализ, основанный на построении иерархии свойств системы. 4. анализ эффективности системы.
5.	Качественные методы исследования систем – это ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. математические методы, позволяющие оценить параметры системы за истекший период работы. 2. формально-логические обоснования оценок и прогнозов развития организации на основе собственного опыта и мнений экспертов. 3. расчет показателей работы организации на

		<p>предстоящий период деятельности.</p> <p>4. анализ показателей деятельности организации за истекший период.</p>
6.	Факторный анализ системы – это ...	<p>1. описание функционирования отдельных звеньев организации.</p> <p>2. анализ воздействия на работу системы внешних и внутренних факторов.</p> <p>3. анализ работы исполнительных звеньев организационной системы.</p> <p>4. свойства людей и организаций, с которым взаимодействует рассматриваемая система.</p>
7.	Проблема при исследовании системы – это ...	<p>1. соединение составляющих объекта в единое целое по известному правилу.</p> <p>2. представление сложного объекта в виде простых составляющих и определение связей между ними.</p> <p>3. реальное противоречие, которое должно быть устранено.</p> <p>4. недостаток сведений об экономической деятельности организации.</p>
8.	Уровень значимости – это ...	<p>1. максимальное значение выборки.</p> <p>2. статистика критерия, по которой судят о справедливости статистической гипотезы.</p> <p>3. столь малая вероятность, что событие с такой вероятностью является практически невозможным.</p> <p>4. показатель качества предметов или явлений, по которому можно определить их сходство или различие.</p>
9.	Условия неопределенности характеризуются – ...	<p>1. природными и климатическими условиями, в которых функционирует рассматриваемая организация.</p> <p>2. неизбежностью получения отрицательных результатов.</p> <p>3. исключением возможности получения отрицательных результатов.</p> <p>4. возможностью получения отрицательных результатов.</p>
10.	Диагностика системы – это...	<p>1. разделением крупных организаций на ряд мелких фирм.</p> <p>2. составление описания элементов и подсистем системы управления.</p> <p>3. выявление достоинств и недостатков исследуемой системы.</p> <p>4. описание функционирования отдельных звеньев организации.</p>
11.	Рефлексивный анализ системы – это ...	<p>1. изучение реакций системы на целенаправленное воздействие.</p> <p>2. анализ работы системы за предшествующий период.</p> <p>3. разбиение предприятия на отдельные функциональные звенья.</p>

		4. определение параметров, характеризующих действие системы.
12.	Дискретные 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.
13.	Факторы внешней среды, принимаемые во внимание при исследовании систем – это ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. все то, что находится за пределами рассматриваемой системы. 2. люди и организации, с которыми взаимодействует рассматриваемая система. 3. природные и климатические условия, в которых функционирует система. 4. нестационарность.
14.	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.
15.	Понятие «декомпозиция задачи» подразумевает ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. запись решающего алгоритма с помощью подпрограмм. 2. логический анализ задачи с целью её представления как совокупности связанных более простых подзадач. 3. представление задачи в виде блок-схемы алгоритма. 4. запись решающего алгоритма на модульном алгоритмическом языке.
16.	Как называется способность системы изменять свою структуру, параметры, ориентацию поведения в целях повышения эффективности?	<ol style="list-style-type: none"> 1. самоорганизация. 2. быстроедействие. 3. адаптация. 4. мобильность.
17.	Кем были предложены модели системной динамики?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Л. Берталанфи. 2. Дж. Форестером. 3. Н. Винером. 4. К. Линнеем.
18.	Под наблюдаемостью 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) век-

		<p>тора состояния по информации о векторе выхода.</p> <p>4. возможность перевода САУ из одного состояния в другое за счет воздействия некоторого управления.</p>
19.	Элемент матрицы отношений определяет ...	<p>1. сложность исследуемой системы.</p> <p>2. наличие связи между элементом i и элементом j в структуре исследуемой системы.</p> <p>3. эффективность исследуемой системы.</p> <p>4. диаметр структуры исследуемой системы.</p>
20.	Под устойчивостью понимают ...	<p>1. свойство системы занимать определенное положение по желанию пользователя и оставаться в нем сколь угодно долго.</p> <p>2. использование наиболее точной информации о векторе состояния системы.</p> <p>3. понимают возможность восстановления (оценки) вектора состояния по информации о векторе выхода.</p> <p>4. возможность перевода САУ из одного состояния в другое за счет воздействия некоторого управления.</p>

Вариант № 2

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1.	Система, задающее воздействие которой является известной функцией времени, называется ...	<p>1. оптимальной.</p> <p>2. следящей.</p> <p>3. стабилизирующей.</p> <p>4. программной.</p>
2.	Как называется движущая сила какого-либо процесса (явления) или условие, которое влияет на тот или иной процесс (явление)?	<p>1. моделирование.</p> <p>2. управление.</p> <p>3. условие.</p> <p>4. фактор.</p>
3.	Процесс смены состояний системы определяет ...	<p>1. динамику системы.</p> <p>2. функционирование системы.</p> <p>3. поведение системы.</p> <p>4. быстродействие системы.</p>
4.	Основным методом вероятностного анализа является ...	<p>1. метод статистических испытаний.</p> <p>2. метод Крамера.</p> <p>3. метод Гаусса-Жордана.</p> <p>4. метод динамики средних.</p>
5.	Что представляет собой динамический ряд параметров?	<p>1. модифицированный ряд Фурье.</p> <p>2. упорядоченные во времени исходные данные.</p> <p>3. упорядоченные по величине исходные данные.</p> <p>4. ряд параметров, измененных под динамическим воздействием.</p>
6.	В ходе вывода уравнений оптимизационных задач частные производные выражения целевой функции прини-	<p>1. – 1.</p> <p>2. бесконечности.</p> <p>3. + 1.</p>

	маются равными ...	4. нулю
7.	Под «свойством» объекта подразумевают ...	1. значения, являющиеся параметрами объекта. 2. способность объекта принимать данные от внешних источников информации. 3. наличие процедур обработки данных. 4. возможность реагирования на сигналы прерывания.
8.	Выборка – это ...	1. предположение (суждение), подтверждаемое или опровергаемое в ходе статистического исследования. 2. совокупность отобранных единиц в ходе наблюдения. 3. столь малая вероятность, что событие с такой вероятностью является практически невозможным. 4. несколько значений анализируемого показателя, отобранных для исследований.
9.	Статистическое наблюдение – это ...	1. период времени, в течение которого производится сбор сведений об изучаемом объекте. 2. начальная стадия статистического исследования, представляющая собой научно организованный сбор данных об изучаемом явлении и процессе. 3. специально организованное наблюдение, которое проводится периодически или одновременно. 4. основная форма получения статистической информации об объекте исследования.
10.	Статистическая сводка – это ...	1. научно организованная обработка материалов наблюдения, включающая в себя систематизацию, группировку данных, составление таблиц, подсчет групповых и общих итогов, расчет производных показателей (средних, относительных величин). 2. совокупность отобранных единиц в ходе наблюдения. 3. краткий информационно-статистический бюллетень об анализируемом явлении. 4. несколько значений анализируемого показателя, отобранных для исследований.
11.	Статистическая группировка – это ...	1. процесс образования новых групп на основе ранее осуществленной группировки. 2. упорядоченное распределение единиц изучаемой совокупности на группы по определенному варьирующему признаку. 3. процесс образования однородных групп на основе разбиения статистической совокупности на части или объединения изучаемых единиц в частные совокупности по существенным для них признакам. 4. совокупность отобранных единиц в ходе наблюдения.
12.	Статистическая гипотеза – это ...	1. предположение (суждение), подтверждаемое

		<p>или опровергаемое в ходе статистического исследования.</p> <p>2. столь малая вероятность, что событие с такой вероятностью является практически невозможным.</p> <p>3. научно обоснованные способы и методы исследования приёмы проверки истинности знаний и заключений.</p> <p>4. способ выражения предпочтения субъективными вероятностями.</p>
13.	К каким системам относятся системы со слабопредсказуемым поведением и способностью принимать решения?	<p>1. к простым.</p> <p>2. к смешанным.</p> <p>3. к сложным.</p> <p>4. к критическим.</p>
14.	Множество Парето – это ...	<p>1. пустое множество худших вариантов системы.</p> <p>2. множество безусловно несравнимых альтернатив, оставшихся после отбрасывания всех безусловно худших альтернатив.</p> <p>3. множество доминирующих вариантов системы.</p> <p>4. множество непересекающихся вариантов системы.</p>
15.	Одно из основных свойств внешней среды – это ...	<p>1. производительность труда.</p> <p>2. риск.</p> <p>3. неопределенность.</p> <p>4. жесткая иерархическая структура.</p>
16.	Как называется способность системы переходить за конечное (заданное) время из одного состояния в другое (требуемое) под влиянием управляющих воздействий?	<p>1. устойчивость.</p> <p>2. быстродействие.</p> <p>3. эмерджентность.</p> <p>4. управляемость.</p>
17.	Моделирование – это ...	<p>1. изучение документооборота в исследуемой организации.</p> <p>2. распределение должностных обязанностей и властных.</p> <p>3. эмпирическое решение проблемы.</p> <p>4. материальное или формализованное отображение системы.</p>
18.	Суть математического моделирования заключается в ...	<p>1. установлении количественных связей между величинами в виде операционной модели.</p> <p>2. установлении взаимосвязи между элементами системы.</p> <p>3. в проведении статистического вычислительного эксперимента.</p> <p>4. в представлении системы в виде формульных зависимостей.</p>
19.	Статические модели – это ...	<p>1. физические модели материально-технической базы организации.</p> <p>2. модели объекта в фиксированный момент</p>

		<p>времени.</p> <p>3. модели, характеризующие переходные процессы в организации.</p> <p>4. анализ работы системы за предшествующий период.</p>
20.	Динамические модели – это ...	<p>1. физические модели материально-технической базы организации.</p> <p>2. модели объекта в фиксированный момент времени.</p> <p>3. модели, характеризующие переходные процессы в организации.</p> <p>4. модели, описывающие процессы изменения и развития систем.</p>

Вариант № 3

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1.	Стохастические модели – это ...	<p>1. модели процессов, учитывающие факторы случайной природы.</p> <p>2. модели объекта в фиксированный момент времени.</p> <p>3. модели, характеризующие переходные процессы в организации.</p> <p>4. модели, описывающие процессы изменения и развития систем.</p>
2.	Назовите один из принципов моделирования ...	<p>1. полнота и достоверность исходных данных.</p> <p>2. обеспечение работоспособности модели.</p> <p>3. обеспечение формализованности модели.</p> <p>4. многомерность выходных данных.</p>
3.	Назовите один из принципов моделирования ...	<p>1. обеспечение размерности модели.</p> <p>2. обеспечение работоспособности модели.</p> <p>3. обеспечение формализованности модели.</p> <p>4. многомерность выходных данных.</p>
4.	Назовите один из принципов моделирования ...	<p>1. обеспечение точности модели.</p> <p>2. обеспечение работоспособности модели.</p> <p>3. обеспечение формализованности модели.</p> <p>4. многомерность выходных данных.</p>
5.	Как называется математический аппарат, предназначенный для принятия решений в игровых ситуациях, в которых одна из систем случайно выбирает стратегию?	<p>1. теорией игр.</p> <p>2. теорией вероятностей.</p> <p>3. теорией статистических решений.</p> <p>4. теорией управления.</p>
6.	Назовите один из подходов к построению моделей ...	<p>1. создание оригинальной модели, разработка «с чистого листа».</p> <p>2. прогностическое моделирование.</p> <p>3. ситуационное моделирование.</p> <p>4. субъективное моделирование.</p>
7.	Назовите один из принципов условной оптимизации ...	<p>1. принцип равенства критериев.</p> <p>2. принцип доминирования главного критерия.</p> <p>3. принцип максимального правдоподобия.</p>

		4. принцип аддитивности.
8.	Назовите один из подходов к построению моделей ...	1. использование типовых моделей для моделирования конкретных операций. 2. прогностическое моделирование. 3. ситуационное моделирование. 4. субъективное моделирование.
9.	Назовите одну из типовых моделей, описывающих наиболее распространенные виды операций и систем ...	1. модель анализа ситуаций. 2. модель массового обслуживания. 3. физическая модель. 4. субъективная модель.
10.	На чем основывается оценка точности модели?	1. на методе максимального правдоподобия. 2. на реалистичности. 3. на совместимости. 4. на результативности.
11.	Как можно оценить погрешность модели?	1. методом измерения предпочтений. 2. корреляционным анализом. 3. функционально-стоимостным анализом. 4. методом наименьших квадратов.
12.	На чем основывается статистическая обработка и оценка точности результатов моделирования?	1. на аксиомах теории множеств. 2. на методе инверсии. 3. на предельных теоремах теории вероятностей. 4. на принципах системного анализа.
13.	Процесс формализации задачи предусматривает построение алгоритма в виде ...	1. структурной схемы. 2. блок-схемы. 3. функциональной схемы. 4. матричной структуры.
14.	Разработка алгоритма решения задачи – это ...	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.
15.	Алгоритм, в котором действия выполняются друг за другом, не повторяясь, называется ...	1. линейным. 2. циклическим. 3. разветвленным. 4. простым.
16.	Разветвляющийся алгоритм – это ...	1. присутствие в алгоритме хотя бы одного условия. 2. набор команд, которые выполняются последовательно друг за другом. 3. многократное выполнение одних и тех же действий. 4. алгоритм, использующий подпрограммы.
17.	Как называется операция по искусственному введению случайности в ситуацию, где она отсутствует?	1. рандомизация. 2. информатизация. 3. эквивалентность. 4. гармонизация.
18.	Проблема «черного ящика» состоит в определении ...	1. структуры системы по ее поведению. 2. поведения системы по ее структуре.

		3. условий функционирования системы по входам и выходам. 4. поведения и структуры системы по входам и выходам.
19.	Сколько решений имеет, как правило, проблема «черного ящика»?	1. одно. 2. два. 3. несколько. 4. множество.
20.	Система с неизвестным строением называется ...	1. белым ящиком. 2. серым ящиком. 3. черным ящиком. 4. красным ящиком.

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

6.3.2. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «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

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Вдовин, В. М. Теория систем и системный анализ : учебник для бакалавров / В. М. Вдовин, Л. Е. Суркова, В. А. Валентинов. — 5-е изд., стер. — Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2020. - 642 с. - ISBN 978-5-394-03716-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1093213>
2. Гусева, Е. Н. Экономико-математическое моделирование : учебное пособие / Е. Н. Гусева. - 4-е изд., стер. - Москва : Флинта, 2021. - 216 с. - ISBN 978-5-89349-976-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1843162>

3. Методы принятия управленческих решений : учебное пособие / В. Л. Сендеров, Т. И. Юрченко, Ю. В. Воронцова, Е. Ю. Бровцина. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 227 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011735-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1145303>
4. Новиков, А. И. Исследование операций в экономике : учебник для бакалавров / А. И. Новиков. — 2-е изд. — Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2020. — 352 с. - ISBN 978-5-394-03813-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1081677>
5. Сигал, А. В. Моделирование экономики : учебное пособие / А.В. Сигал. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 283 с. — (Высшее образование: Магистратура). — DOI 10.12737/1096081. - ISBN 978-5-16-016314-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1096081>
6. Системный анализ в управлении : учебное пособие / О.В. Булыгина, А.А. Емельянов, Н.З. Емельянова, А.А. Кукушкин ; под ред. д-ра экон. наук, проф. А.А. Емельянова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. — 450 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/textbook_5923d5ac7ec116.40684446. - ISBN 978-5-00091-427-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1247147>
7. Сукар, Л. Вероятностные графовые модели: принципы и приложения / Луис Энрике Сукар ; пер. с англ. А. В. Снастина. - Москва : ДМК Пресс, 2021. - 338 с. - ISBN 978-5-97060-874-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1225376>
8. Царев, Р. Ю. Основы распределенной обработки информации: Учебное пособие / Царёв Р.Ю., Прокопенко А.В., Никифоров А.Ю. - Краснояр.:СФУ, 2015. - 180 с.: ISBN 978-5-7638-3386-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/967646>
9. Экономико-математические методы в примерах и задачах : учебное пособие / И. В. Орлова, Н. В. Концевая, Е. Н. Горбатенко, В. А. Большаков ; под ред. А. Н. Гармаша. — Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2019. — 416 с. - ISBN 978-5-9558-0322-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/989448>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Бабешко, Л. О. Эконометрика и эконометрическое моделирование в Excel и R : учебник / Л.О. Бабешко, И.В. Орлова. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 300 с. : ил. — (Высшее образование : Магистратура). — DOI 10.12737/1079837. - ISBN 978-5-16-016059-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1771210>
2. Голиков, А. М. Защита информации в инфокоммуникационных системах и сетях : учебное пособие / А. М. Голиков. - Томск : ТУСУР, 2015. - 284 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1845860>
3. Михайлов, А.Ю. Основы планирования, организации и управления в строительстве : учеб. пособие / А.Ю. Михайлов. — Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 284 с. - ISBN 978-5-9729-0355-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1053296>
4. Прикладные методы для решения задач электроэнергетики и агроинженерии : учебное пособие / В.Я. Хорольский, М.А. Таранов, В.Н. Шемякин, С.В. Аникуев. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. — 176 с. — (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-91134-940-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1041952>
5. Сафиуллин, Р. Н. Основы научных исследований в управлении и организации технологических процессов на транспорте : учебное пособие / Р. Н. Сафиуллин, В. Н. Федотов, М. В. Богданов ; под. ред. Р. Н. Сафиуллина. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2020. - 280 с. - ISBN 978-5-4499-1608-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1870623>
6. Сток, Д. Введение в эконометрику / Д. Сток, М. Уотсон ; пер. с англ. ; под науч. ред. М.Ю. Турунцевой. — Москва : Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2015. — 864 с. — (Академический учебник). - ISBN 978-5-7749-0865-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1043159>

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Основы системного анализа и управления [Электронный ресурс] : учебник / О. В. Афанасьева [и др.]. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Горн. ун-т, 2017. - 552 с.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_static_req&bn_s_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=65%2E9%D1%8F73%2F%D0%9E%2D75%2D746663175<.>

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

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/
3. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК": <http://www.geoinform.ru/>
4. Информационно-аналитический центр «Минерал»: <http://www.mineral.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/>
9. Портал «Гуманитарное образование» <http://www.humanities.edu.ru/>
10. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
11. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
12. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
13. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»: <https://e.lanbook.com/books>
14. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>
15. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
16. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ»: www.biblio-online.ru.
17. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»»: <http://rucont.ru/>
18. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

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 фло-мастер – 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 рас-

пространяемое 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., стула – 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".