


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО
Директор института магистратуры

И.В. Ярмоленко

« 20 » мая 2021 г.



УТВЕРЖДАЮ
Директор института ЭИТУС

А.В. Белоусов

« 20 » мая 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Математическое моделирование

Направление подготовки:
09.04.04 Программная инженерия

Направленность программы (профиль, специализация):

Разработка программно-информационных систем

Квалификация (степень)
магистр

Форма обучения
очная

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники
и автоматизированных систем

Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.04.04 «Программная инженерия» (уровень магистратуры), утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 932 от 19 сентября 2017 г.
- Учебного плана по направлению подготовки 09.04.04 «Программная инженерия», профиль «Разработка программно-информационных систем», утверждённого учёным советом БГТУ им. В. Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: к.ф.-м.н.  (М.В. Шевцова)
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры
Программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

« 14 » мая 2021 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (В.М. Поляков)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)


Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
Программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (В.М. Поляков)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 14 » мая 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института
Энергетики, информационных технологий и управляющих систем

« 20 » мая 2021 г., протокол № 9

Председатель: к.т.н., доцент  (А.Н. Семернин)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен к решению научно-исследовательских задач с использованием методов искусственного интеллекта и анализа данных	ПК-5.1 Понимает методы искусственного интеллекта для решения задач распознавания информации различного рода: текстовой, графической и др.; способы построения и обучения глубоких нейронных сетей; основные алгоритмы обработки больших массивов данных различного типа; методы поиска, смыслового и статистического анализа информации в различных предметных областях	Знания
		ПК-5.2 Создаёт алгоритмы анализа и распознавания текстовой, графической, звуковой информации; выбирает численные алгоритмы и разрабатывает программное обеспечение для решения задач статистического анализа информации	Умения
		ПК-5.3 Использует библиотеки языков высокого уровня для настройки и обучения нейронных сетей, принципы объектно-ориентированного программирования для анализа больших объёмов данных	Навыки
	ПК-6 Способен использовать методы оптимизации, математического и системного моделирования в профессиональной деятельности	ПК-6.1 Определяет постановку и методы решения оптимизационных задач, задач математического и системного моделирования	Знания
		ПК-6.2 Использует методы математического и системного моделирования, а также оптимизационные методы для построения алгоритмов решения научно-исследовательских задач	Умения
		ПК-6.3 Решает задачи системного и математического моделирования с использованием пакетов математических программ; разрабатывает математическое программное обеспечение с использованием методов вычислительной математики	Навыки

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-5 Способен к решению научно-исследовательских задач с использованием методов искусственного интеллекта и анализа данных.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками:

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Технологии искусственного интеллекта
2.	Научно-исследовательский семинар
3.	Анализ данных и процессов
4.	Математическое моделирование
5.	Производственная научно-исследовательская работа
6.	Производственная преддипломная практика
7.	Государственная итоговая аттестация

2. Компетенция ПК-6 Способен использовать методы оптимизации, математического и системного моделирования в профессиональной деятельности.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками:

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Методы оптимизации
2.	Научно-исследовательский семинар
3.	Анализ данных и процессов
4.	Математическое моделирование
5.	Производственная научно-исследовательская работа
6.	Производственная преддипломная практика
7.	Государственная итоговая аттестация

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачётных единиц, 180 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 3 зач. единицы.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2
Общая трудоёмкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	72	72
лекции	17	17
лабораторные	34	34
практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	4
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	108	108
Курсовой проект	–	–
Курсовая работа	–	–
Расчётно-графическое задание	–	–
Индивидуальное домашнее задание	–	–
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	72	72
Форма промежуточной аттестации	36 экзамен	36 экзамен

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объём

Курс 1 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	Методы математического моделирования. Основные принципы математического моделирования. Построение простейших моделей. Методы исследования математических моделей. Математические модели в научных исследованиях.	3	4	10	16
2	Компьютерные технологии. Численные методы. Преобразования Фурье, Лапласа. Методы аппроксимации и интерполяции.	4	5	6	14
3	Вычислительный эксперимент. Определение вычислительного эксперимента, его этапы. Вычислительный алгоритмы.	2	2	6	10
4	Алгоритмические языки и системы компьютерной математики. Составляющие алгоритмического языка: алфавит, синтаксис, семантика. Пакеты прикладных программ.	2	2	4	8
5	Информационные технологии. Принятие решений. Классификация задач принятия решений. Основные принципы принятия решений.	3	2	4	12
6	Исследование операций и задачи искусственного интеллекта. Искусственный интеллект. Распознавание образов. Методы искусственного интеллекта. Экспертные системы. Нейронные сети.	3	2	4	12
	ВСЕГО	17	17	34	72

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	Кол-во часов	Кол-во часов СРС
семестр №2				
1	Моделирование процессов, приводящих к алгебраическим и трансцендентным уравнениям и системам	Моделирование процессов, приводящих к алгебраическим и трансцендентным уравнениям и системам	2	2
2	Моделирование задач оптимизации	Задачи линейного программирования	2	2
3	Тензор деформации сплошной среды	Тензор деформации сплошной среды	3	4
4	Моделирование процессов на основе обыкновенных дифференциальных уравнений	Моделирование процессов на основе обыкновенных дифференциальных уравнений	2	4
5	Моделирование процессов, приводящих к дифференциальным уравнениям в частных производных	Моделирование процессов, приводящих к дифференциальным уравнениям в частных производных	2	4
6	Модели соперничества	Исследование динамики численности популяции	2	2
7	Моделирование марковских случайных процессов	Моделирование марковских случайных процессов с дискретным состоянием и непрерывным временем	2	2
8	Метод малого параметра	Применение малого параметра для численного решения задач	2	2
ИТОГО:			17	22

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	Кол-во часов	Кол-во часов СРС
семестр №2				
1	Построение и исследование моделей на основе фундаментальных законов природы	Модель движения лодки	2	2
		Движение точки под действием центральных сил	2	2
		Движение планеты в системе двух звезд	2	2
		Колебательные движения механических систем	2	2
2	Аппроксимация и интерполяция	Аппроксимация таблично заданных функций полиномами	2	2
3	Дискретное преобразование Фурье	Использование ДПФ по алгоритму БПФ	2	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	Кол-во часов	Кол-во часов СРС
4	Системы уравнений межотраслевого баланса. Оптимизационная модель межотраслевого баланса.	Модель межотраслевого баланса в статистических случаях	2	4
		Оптимизация модели в рамках межотраслевого баланса	2	4
5	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений	2	2
6	Численное решение уравнений эллиптического типа	Решение уравнения Пуассона с нулевыми граничными условиями	2	4
7	Моделирование магнитностатического поля	Моделирование магнитностатического поля	4	4
8	Моделирование электрического поля в проводящей среде	Численное моделирование задачи расчета электрического поля в проводящих средах	2	2
9	Моделирование стационарного поля температуры	Численное решение задачи моделирования стационарного поля температуры в стене помещения	2	2
10	Моделирование нестационарного теплового поля с изменяющимися граничными условиями	Численное решения задачи моделирования нестационарного поля температуры с изменяющимися граничными условиями	2	2
11	Моделирование случайных величин с заданными законами распределения	Построение моделей по результатам анализа эмпирических данных	2	2
		Применение аппарата регрессионного анализа для обработки конкретных эмпирических данных	2	2
ИТОГО:			34	42

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Учебным планом не предусмотрены.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Учебным планом не предусмотрены.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ПК-5 Способен к решению научно-исследовательских задач с использованием методов искусственного интеллекта и анализа данных.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-5.1 Понимает методы искусственного интеллекта для решения задач распознавания информации различного рода: текстовой, графической и др.; способы построения и обучения глубоких нейронных сетей; основные алгоритмы обработки больших массивов данных различного типа; методы поиска, смыслового и статистического анализа информации в различных предметных областях	Защита лабораторной работы, устный опрос, экзамен
ПК-5.2 Создаёт алгоритмы анализа и распознавания текстовой, графической, звуковой информации; выбирает численные алгоритмы и разрабатывает программное обеспечение для решения задач статистического анализа информации	Защита лабораторной работы
ПК-5.3 Использует библиотеки языков высокого уровня для настройки и обучения нейронных сетей, принципы объектно-ориентированного программирования для анализа больших объёмов данных	Защита лабораторной работы, устный опрос, экзамен

2. Компетенция ПК-6 Способен использовать методы оптимизации, математического и системного моделирования в профессиональной деятельности.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-6.1 Определяет постановку и методы решения оптимизационных задач, задач математического и системного моделирования	Защита лабораторной работы, устный опрос, экзамен
ПК-6.2 Использует методы математического и системного моделирования, а также оптимизационные методы для построения алгоритмов решения научно-исследовательских задач	Защита лабораторной работы
ПК-6.3 Решает задачи системного и математического моделирования с использованием пакетов математических программ; разрабатывает математическое программное обеспечение с использованием методов вычислительной математики	Защита лабораторной работы, устный опрос, экзамен

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Методы математического моделирования.	<ol style="list-style-type: none">1. Основные принципы математического моделирования.2. Построение простейших моделей.3. Методы исследования математических моделей.4. Математические модели в научных исследованиях.5. Задачи линейного программирования.6. Моделирование процессов на основе обыкновенных дифференциальных уравнений.7. Построение моделей по результатам анализа эмпирических данных.8. Модель межотраслевого баланса в статистических случаях9. Модели на основе фундаментальных законов природы
2	Компьютерные технологии.	<ol style="list-style-type: none">1. Численные методы.2. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений3. Преобразования Фурье, Лапласа.4. Методы аппроксимации и интерполяции.5. Численное решение задач моделирования на основе фундаментальных законов природы.6. Моделирование марковских случайных процессов с дискретным состоянием и непрерывным временем.7. Применение малого параметра для численного решения задач.
3	Вычислительный эксперимент.	<ol style="list-style-type: none">1. Определение вычислительного эксперимента, его этапы.2. Вычислительный алгоритмы.3. Оптимизация моделей.
4	Алгоритмические языки и системы компьютерной математики.	<ol style="list-style-type: none">1. Составляющие алгоритмического языка: алфавит, синтаксис, семантика.2. Пакеты прикладных программ.
5	Информационные технологии.	<ol style="list-style-type: none">1. Принятие решений. Этапы процесса принятия решений.2. Классификация задач принятия решений.3. Основные принципы принятия решений.4. Функция потерь. Байесовский и статистический анализ.
6	Исследование операций и задачи искусственного интеллекта.	<ol style="list-style-type: none">1. Искусственный интеллект.2. Распознавание образов.3. Методы искусственного интеллекта.4. Экспертные системы.5. Нейронные сети.6. Байесовские сети доверия.

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Учебным планом не предусмотрены.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме защиты лабораторных работ.

В методических указаниях к выполнению лабораторных работ по дисциплине представлен перечень лабораторных работ, обозначены цель и задачи, представлены индивидуальные варианты заданий и перечень контрольных вопросов.

Защита лабораторной работы проводится в форме устного опроса студента и направлена на проверку степени усвоения материала и понимания теоретических сведений, используемых в процессе выполнения работы; для защиты необходимо представить в печатной (рукописной) форме отчет по лабораторной работе, выполненный самостоятельно и в соответствии со всеми требованиями, приведёнными в методических указаниях к выполнению лабораторных работ. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ приведен в таблицах.

1. Компетенция ПК-5 Способен к решению научно-исследовательских задач с использованием методов искусственного интеллекта и анализа данных.

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
ПК-5.1 Понимает методы искусственного интеллекта для решения задач распознавания информации различного рода: текстовой, графической и др.; способы построения и обучения глубоких нейронных сетей; основные алгоритмы обработки больших массивов данных различного типа; методы поиска, смыслового и статистического анализа информации в различных предметных областях	Вопросы при защите лабораторной работы: 1. Основы математического моделирования: цель моделирования, понятие математической модели, основные требования к математическим моделям. 2. Этапы математического моделирования объектов и систем управления. 3. Классификация моделей объектов управления. 4. Основные способы построения математических моделей объектов управления: аналитический идентификационный. 5. Выбор класса модели: линейные/нелинейные; статистические/динамические; детерминированные/стохастические, нечеткие модели. 6. Алгоритмы преобразования представлений математических моделей.
ПК-5.2 Создаёт алгоритмы анализа и распознавания текстовой, графической, звуковой информации; выбирает численные алгоритмы и разрабатывает программное обеспечение для решения задач статистического анализа информации	Вопросы при защите лабораторной работы: 1. Основные подходы к анализу математических моделей 2. Методы статистического оценивания параметров моделей 3. Как строятся имитационные модели?
ПК-5.3 Использует библиотеки языков высокого уровня для настройки и обучения нейронных сетей, принципы объектно-ориентированного программирования для анализа больших объёмов данных	Вопросы при защите лабораторной работы: 1. Что означает адекватность модели? 2. Что определяет возможность применения линейных моделей? 3. Как выбрать адекватный вид нелинейности?

2. Компетенция ПК-6 Способен использовать методы оптимизации, математического и системного моделирования в профессиональной деятельности.

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
ПК-6.1 Определяет постановку и методы решения оптимизационных задач, задач математического и системного моделирования	Вопросы при защите лабораторной работы: 1. Как происходит построение модели на основе дифференциальных уравнений и их систем? 2. В какой форме представляются исходные данные? 3. Методы численного решения задач моделирования. 4. В чем заключается суть ДПФ? 5. Как осуществляется оптимизация модели?
ПК-6.2 Использует методы математического и системного моделирования, а также оптимизационные методы для построения алгоритмов решения научно-исследовательских задач	Вопросы при защите лабораторной работы: 1. Как производится решение дифференциальных уравнений в построенных моделях? 2. Как производится моделирование случайных процессов? 3. Применение регрессионного анализа в обработке статистических данных. 4. В чем суть задач линейного программирования? 5. Что такое тензор деформации сплошной среды? 6. Построение дискретных моделей.
ПК-6.3 Решает задачи системного и математического моделирования с использованием пакетов математических программ; разрабатывает математическое программное обеспечение с использованием методов вычислительной математики	Вопросы при защите лабораторной работы: 1. Какие процессы моделируются дифференциальными уравнениями в частных производных? 2. ППП, используемые при построении и исследовании математических моделей. 3. Применение математических моделей в научных исследованиях.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий математического моделирования
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов математического моделирования
	Объём освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Чёткость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение решать задачи математического моделирования
	Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач
Навыки	Владение навыками теоретического и экспериментального исследования математических моделей
	Качество выполнения исследований с использованием математического моделирования
	Самостоятельность выполнения исследований с использованием математического моделирования

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий математического моделирования	Не знает терминов и определений математического моделирования	Знает термины и определения математического моделирования, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения математического моделирования	Знает термины и определения математического моделирования, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов математического моделирования	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы математического моделирования	Знает основные закономерности, соотношения, принципы математического моделирования	Знает основные закономерности, соотношения, принципы математического моделирования, интерпретирует их и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы математического моделирования, может самостоятельно их получить и использовать
Объём освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объёме	Обладает твёрдым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не даёт ответы на большинство вопросов	Даёт неполные ответы на все вопросы	Даёт ответы на вопросы, но не все из них полные	Даёт полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Чёткость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания логически последовательно, самостоятельно их воспроизводит и анализирует
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение решать задачи математического моделирования	Не умеет решать задачи математического моделирования	Допускает неточности при решении задач математического моделирования	Умеет решать задачи математического моделирования	Безошибочно решает задачи математического моделирования
Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач	Не умеет использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач	Использование теоретических знаний для выбора методики решения профессиональных задач вызывает затруднения	Умеет использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач	Умело использует теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками теоретического и экспериментального исследования математических моделей	Не владеет навыками теоретического и экспериментального исследования математических моделей	Недостаточно хорошо владеет навыками теоретического и экспериментального исследования математических моделей	Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования математических моделей	Профессионально владеет навыками теоретического и экспериментального исследования математических моделей
Качество выполнения исследований с использованием математического моделирования	Не способен выполнять исследования с использованием математического моделирования	Недостаточно качественно выполняет исследования с использованием математического моделирования, допускает и исправляет ошибки с посторонней помощью	Недостаточно качественно выполняет исследования с использованием математического моделирования, допускает и исправляет ошибки самостоятельно	Качественно выполняет исследования с использованием математического моделирования
Самостоятельность выполнения исследований с использованием математического моделирования	Не может самостоятельно выполнять математическое моделирование	Выполняет математическое моделирование с посторонней помощью	При выполнении математического моделирования иногда требуется посторонняя помощь	Самостоятельно выполняет математическое моделирование

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Специализированная мебель. Мультимедийная установка, экран, доски
2.	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Специализированная мебель. Компьютеры на базе процессоров Intel или AMD.
3.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель. Компьютерная техника, подключенная к сети интернет и имеющая доступ в электронно-образовательную среду

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	(Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 Соглашение действительно с 01.11.2020 по 31.10.2023). Договор поставки ПО № 128-21 от 30.10.2021.
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	(Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 Соглашение действительно с 01.11.2020 по 31.10.2023). Договор поставки ПО № 128-21 от 30.10.2021.
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	JavaJDK, NetBeansIDE, EclipseIDE, JavaDevC++ – пакеты для разработки программ на языке Java	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	CodeBlocks (компиляторы gcc),	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
6	Открытая система анализа данных DLP (MyDLP)	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Пальмов С.В. Интеллектуальный анализ данных [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.В. Пальмов. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 127 с. – (Доступ: <http://www.iprbookshop.ru/75376> - ЭБС «IPRbooks», по паролю).
2. Анализ данных качественных исследований [Электронный ресурс] : практикум / . — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 94 с. — (Доступ: <http://www.iprbookshop.ru/66014> - ЭБС «IPRbooks», по паролю).
3. Жуковский О.И. Информационные технологии и анализ данных [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.И. Жуковский. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2014. — 130 с. – (Доступ: <http://www.iprbookshop.ru/72106> - ЭБС «IPRbooks», по паролю).
4. Афонин П.Н. Статистический анализ с применением современных программных средств [Электронный ресурс] : учебное пособие / П.Н. Афонин, Д.Н. Афонин. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Интермедия, 2015. — 100 с. – (Доступ: <http://www.iprbookshop.ru/28030> - ЭБС «IPRbooks», по паролю).
5. Боровиков В. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов.—ЗАО Издательский дом «Питер», 2003 – 686 с.
6. Брусенцев А.Г. Анализ данных и процессов. Часть I: методы статистического анализа данных. – Учебное пособие. – Белгород: Издательство БГТУ им. В.Г. Шухова, 2017. – 63 с.
7. Симчера В.М. Методы многомерного анализа статистических данных [Электронный ресурс]: учеб. пособие. – Москва: Финансы и статистика, 2008. – 400 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1005>
8. Марц Н. Большие данные. Принципы и практика построения масштабируемых систем обработки данных в реальном времени. / Н. Марц, Д. Уоррен. – М.: Вильямс, 2016.
9. Карпенко А.П. Современные алгоритмы поисковой оптимизации. Алгоритмы, вдохновленные природой: учебное пособие / А. П. Карпенко. — М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014
10. Вабищевич П.Н. Численное моделирование: учебное пособие / П.Н. Вабищевич. — М.: Издательство МГУ, 1993

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Электронная библиотека (на базе ЭБС «БиблиоТех») — Режим доступа: <http://ntb.bstu.ru>
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» — Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/>

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 2022/2023 учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № _____ заседания кафедры от « ____ » _____ 2022 г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО