

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



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ДИСЦИПЛИНЫ**

**Инструменты анализа данных**

Направление подготовки

09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность программы  
Интеллектуальные системы

Квалификация  
Магистр

Форма обучения  
очная

**Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем**

**Кафедра программного обеспечения вычислительной техники и  
автоматизированных систем**

Белгород – 2022

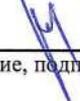
Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. N 918
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2022 году.

Составители: к.т.н.  (ученая степень и звание, подпись) (П.С. Кабелянц) (инициалы, фамилия)

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

« 07 » апреля 2022 г., протокол № 8

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

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

« 7 » апреля 2022 г., протокол № 8

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 28 » апреля 2022 г., протокол № 8

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

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания
	ПК-1 Способен исследовать и разрабатывать архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей на основе комплексов методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта	ПК-1.1. Исследует и разрабатывает архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей	Знания
		ПК-1.2. Выбирает комплексы методов и инструментальных средств искусственного интеллекта для решения задач в зависимости от особенностей предметной области	Умения
	ПК-6 Способен руководить проектами по созданию, внедрению и использованию одной или нескольких сквозных цифровых технологий искусственного интеллекта в прикладных областях	ПК-6.1. Руководит проектами в области сквозной цифровой субтехнологии «Рекомендательные системы и системы поддержки принятия решений»	Знания
		ПК-6.2. Исследует и анализирует развитие новых направлений и перспективных методов и технологий в области искусственного интеллекта, участвует в исследовательских проектах по развитию перспективных направлений в области искусственного интеллекта (алгоритмическая имитация биологических систем принятия решений, автономное самообучение и развитие адаптивности алгоритмов к новым задачам, автономная декомпозиция сложных задач, поиск и синтез решений)	Умения
	ПК-7 Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение технологий и систем искусственного интеллекта с учетом требований информационной безопасности в различных предметных отраслях	ПК-7.1. Разрабатывает программное и аппаратное обеспечение технологий и систем искусственного интеллекта для решения профессиональных задач с учетом требований информационной безопасности в различных предметных областях	Умения

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

### 1. Компетенция ПК-1

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Управление проектированием информационных систем
2.	Анализ больших данных
3.	Инструменты анализа данных
4.	Производственная преддипломная практика
5.	Государственная итоговая аттестация

### 2. Компетенция ПК-6

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Управление проектированием информационных систем
2.	Интеллектуальные системы
3.	Интеллектуальные робототехнические комплексы
4.	Инструменты анализа данных
5.	Интеллектуальный анализ и обработка изображений и видео
6.	Производственная преддипломная практика
7.	Государственная итоговая аттестация

### 3. Компетенция ПК-7

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Интеллектуальные робототехнические комплексы
2.	Интеллектуальный анализ и обработка изображений и видео
3.	Инструменты анализа данных
4.	Производственная преддипломная практика

5.	Государственная итоговая аттестация
----	-------------------------------------

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часа.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	55	55
лекции	17	17
лабораторные	34	34
практические		
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	91	91
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа по подготовке к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	91	91
Зачет	-	-

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

##### Курс1 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час
-------	---	---

		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	<b>Введение в интеллектуальный анализ данных.</b> Понятие, цели, основные задачи Data mining и Big data. Связь Big data и Data mining. Отличительные особенности интеллектуальной обработки данных от традиционной статистической.	3		8	9
2	<b>Поиск ассоциативных правил.</b> Задача поиска ассоциативных правил. Постановка, примеры, алгоритмы извлечения ассоциативных правил. Алгоритм Apriori.	4		8	13
3	<b>Классификация и кластеризация данных.</b> Задача классификации данных. Постановка, примеры, алгоритмы. Отличие от задачи кластеризации. Задача кластеризации данных. Алгоритм k-средних. Входные и выходные данные, особенности реализации. Алгоритм k-means++.	4		8	13
4	<b>Эвристический поиск.</b> Эвристические алгоритмы оптимизации. Постановка задачи оптимизации в Big data. Сравнение с классическими алгоритмами оптимизации. Глобальный и локальный поиск. Случайный поиск. Алгоритм имитации отжига. Генетические алгоритмы (ГА). Вещественное кодирование хромосом в ГА.	6		10	18
	<b>ВСЕГО</b>	17		34	53

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Учебным планом не предусмотрены

## 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	Кол-во часов	Кол-во часов СРС
семестр №2				
1	Введение в интеллектуальный анализ данных	Представление, извлечение и обработка данных в системах Big Data.	8	7
2	Поиск ассоциативных правил	Алгоритм Apriori.	8	9
3	Классификация и кластеризация данных	Алгоритм k-средних. Алгоритм k-means++.	8	9
4	Эвристический поиск	Алгоритм имитации отжига. Реализация генетического алгоритма с вещественным кодированием.	10	12
ИТОГО:			34	37

## 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-1.** Способен исследовать и разрабатывать архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей на основе комплексов методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.1. Исследует и разрабатывает архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей	Защита лабораторной работы, устный опрос, экзамен
ПК-1.2. Выбирает комплексы методов и инструментальных средств искусственного интеллекта для решения задач в зависимости от особенностей предметной области	Защита лабораторной работы

**2. Компетенция ПК-6.** Способен руководить проектами по созданию, внедрению и использованию одной или нескольких сквозных цифровых технологий искусственного интеллекта в прикладных областях.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-6.1. Руководит проектами в области сквозной цифровой субтехнологии «Рекомендательные системы и системы поддержки принятия решений»	Защита лабораторной работы, устный опрос, экзамен
ПК-6.2. Исследует и анализирует развитие новых направлений и перспективных методов и технологий в области искусственного интеллекта, участвует в исследовательских проектах по развитию перспективных направлений в области искусственного	Защита лабораторной работы

интеллекта (алгоритмическая имитация биологических систем принятия решений, автономное самообучение и развитие адаптивности алгоритмов к новым задачам, автономная декомпозиция сложных задач, поиск и синтез решений)	
--	--

**3. Компетенция ПК-7.** Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение технологий и систем искусственного интеллекта с учетом требований информационной безопасности в различных предметных областях.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-7.1. Разрабатывает программное и аппаратное обеспечение технологий и систем искусственного интеллекта для решения профессиональных задач с учетом требований информационной безопасности в различных предметных областях	Защита лабораторной работы

## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Введение в интеллектуальный анализ данных	Понятие, цели, основные задачи Data mining и Big data. Связь Big data и Data mining. Отличительные особенности интеллектуальной обработки данных от традиционной статистической. Примеры предметных областей и задач.
2	Поиск ассоциативных правил	Задача поиска ассоциативных правил. Постановка, примеры, алгоритмы извлечения ассоциативных правил. Алгоритм Apriori.
3	Классификация и кластеризация данных	Задача классификации данных. Постановка, примеры, алгоритмы. Отличие от задачи кластеризации. Задача кластеризации данных. Алгоритм k-средних. Входные и выходные данные, особенности реализации. Алгоритм k-means++.
4	Эвристический поиск	Эвристические алгоритмы оптимизации. Постановка задачи оптимизации в Big data. Сравнение с классическими алгоритмами оптимизации.

### 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. Примерные перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ приведен в таблицах.

**1. Компетенция ПК-1.** Способен исследовать и разрабатывать архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей на основе комплексов методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта.

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
Исследует и разрабатывает архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей	Вопросы при защите лабораторной работы: <ol style="list-style-type: none"><li>1. Как формулируется общая задача регрессионного анализа?</li><li>2. Какие условия применимости метода наименьших квадратов?</li><li>3. Какие особенности линейной регрессионной модели</li><li>4. Как определяются доверительные интервалы для коэффициентов регрессии?</li></ol>
Выбирает комплексы методов и инструментальных средств искусственного интеллекта для решения задач в зависимости от особенностей предметной области	Вопросы при защите лабораторной работы: <ol style="list-style-type: none"><li>1. Что такое эмпирический предиктор?</li><li>2. Оценивание качества регрессионной модели с помощью корреляционного отношения.</li><li>3. Интерпретация результатов регрессионного анализа.</li></ol>

**2. Компетенция ПК-6.** Способен руководить проектами по созданию, внедрению и использованию одной или нескольких сквозных цифровых технологий искусственного интеллекта в прикладных областях.

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
Руководит проектами в области сквозной цифровой субтехнологии «Рекомендательные системы и системы поддержки принятия решений»	Вопросы при защите лабораторной работы: 1. В какой форме представляются исходные данные для оценивания коэффициентов регрессии методом наименьших квадратов? 1. Приведите доказательство основной матричной формулы для коэффициентов регрессии. 2. Как производится проверка значимости коэффициентов регрессии?
Исследует и анализирует развитие новых направлений и перспективных методов и технологий в области искусственного интеллекта, участвует в исследовательских проектах по развитию перспективных направлений в области искусственного интеллекта (алгоритмическая имитация биологических систем принятия решений, автономное самообучение и развитие адаптивности алгоритмов к новым задачам, автономная декомпозиция сложных задач, поиск и синтез решений)	Вопросы при защите лабораторной работы: 1. Постановка задач дисперсионного анализа и их классификация. Предпосылки применимости метода. 2. Однофакторный дисперсионный анализ. Критерий проверки основной гипотезы. 3. Как обосновать применимость метода дисперсионного анализа?

**3. Компетенция ПК-7.** Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение технологий и систем искусственного интеллекта с учетом требований информационной безопасности в различных предметных областях.

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
Разрабатывает программное и аппаратное обеспечение технологий и систем искусственного интеллекта для решения профессиональных задач с учетом требований информационной безопасности в различных предметных областях	Вопросы при защите лабораторной работы: 1. Постановка задачи статистического прогноза. 2. Дайте определение оптимального предиктора. Существование оптимального предиктора. Функция регрессии 3. Определение оптимального предиктора в случае линейной функции регрессии. Оптимальный линейный предиктор.

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено (3,4,5), не зачтено (2).

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Показатель	Критерий оценивания
------------	---------------------

оценивания	
Знания	Знание основных терминов, понятий, структур
	Объем усвоенного материала
	Полнота ответов на поставленные вопросы
	Четкость изложения ответов на вопросы
Умения	Умение полно ответить на поставленный вопрос по лабораторной работе
	Умение дополнить и изменить свою программу в соответствии с поставленной задачей
	Умение разработать алгоритм по поставленному заданию
Навыки	Навык самостоятельной разработки приложения
	Навык работы в разработанных приложениях
	Навык правильности выбора алгоритма

Оценка преподавателем выставляется интегрально по всем показателям и критериям оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем усвоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость 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 в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	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	Допускает	Грамотно и по	Грамотно и точно

	интерпретирует знания	неточности в изложении и интерпретации знаний	существу излагает знания	излагает знания, делает самостоятельные выводы
--	-----------------------	---	--------------------------	--

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение решать стандартные профессиональные задачи с применением методов анализа данных	Не умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением методов анализа данных	Допускает неточности в решении стандартных профессиональных задач с применением методов анализа данных	Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением методов анализа данных	Безошибочно решает стандартные профессиональные задачи с применением методов анализа данных
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 объектов профессиональной деятельности	Не владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Не достаточно хорошо владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Профессионально владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
Качество выполнения исследований объектов профессиональной деятельности	Не качественно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности, допускает грубые ошибки	Не достаточно качественно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности, допускает и исправляет ошибки с посторонней помощью	Не достаточно качественно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности, допускает и исправляет ошибки самостоятельно	Качественно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности
Самостоятельность выполнения исследований объектов	Не может самостоятельно выполнять исследования	Выполняет исследования объектов профессионально	При выполнении исследования объектов профессиональной	Самостоятельно выполняет исследования объектов

профессионально й деятельности	объектов профессионально й деятельности	й деятельности с посторонней помощью	деятельности иногда требуется посторонняя помощь	профессионально й деятельности
-----------------------------------	---	--	---	-----------------------------------

## 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 V6328633 действительно с 02.10.2017 по 31.10.2020). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017.
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633 действительно с 02.10.2017 по 31.10.2020
3	JavaJDK, NetBeansIDE, EclipseIDE, JavaDevC++ – пакеты для разработки программ на языке Java	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
4	CodeBlocks (компиляторы gcc),	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Открытая система анализа данных DLP (MyDLP)	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
56	Microsoft Visual Studio	Подписка Microsoft Imagine Premium id: 6f22ecb4-6882-420b-a39b-afba0ace820c.

### 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. Чубукова И.А. Data Mining [Электронный ресурс] / И.А. Чубукова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 470 с. — (Доступ: <http://www.iprbookshop.ru/56315> - ЭБС «IPRbooks», по паролю).
  3. Уэс Маккинли Python и анализ данных [Электронный ресурс] / Маккинли Уэс. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Профобразование, 2017. — 482 с. — (Доступ: <http://www.iprbookshop.ru/64058> - ЭБС «IPRbooks», по паролю).
  4. 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.
  5. 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>
  6. Берсегян М. С. Технология анализа данных Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP / А.А. Берсегян, М.С. Куприянов, В.В. Степаненко, И.И. Холод. — 2-е изд., перераб., и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2007.
  7. Марц Н. Большие данные. Принципы и практика построения масштабируемых систем обработки данных в реальном времени. / Н. Марц, Д. Уоррен. — М.: Вильямс, 2016.
  8. Силен Д. Основы Data Science и Big Data. Python и наука о данных. / Д. Силен, А. Мейсман, М. Али. — СПб.: Питер, 2017.
  9. Карпенко А.П. Современные алгоритмы поисковой оптимизации. Алгоритмы, вдохновленные природой: учебное пособие / А. П. Карпенко. — М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014

#### **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 20\_\_\_\_ /20\_\_\_\_ учебный год без изменений

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (Поляков В.М.)  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ (Белоусов А.В.)  
подпись, ФИО